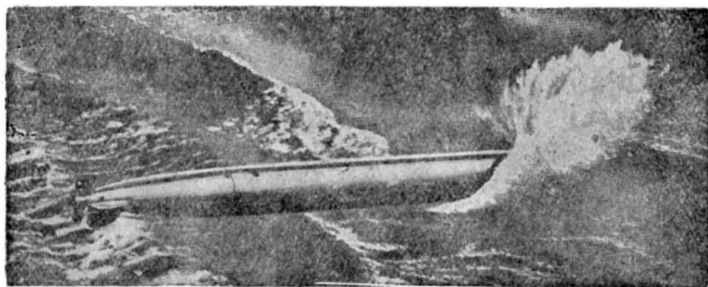


魚 雷

工 學 博 士
大 井 上 博
著



(海 軍 省 檢 閱 濟)

東 京
山 海 堂 出 版 部

序

魚雷はその出現以來一世紀に垂とし、幾多實戰の經驗を基として絶えず研究改良が加へられ、海戰用兵器としての花形たる位置を占めるに至つた。

而して、最近に於ては飛行機、潜水艦並に高速魚雷艇等の發達に連れて益々その重要性を増し、列強海軍に於ても鋭意研究が行はれてゐるが、今回の世界大戰に於けるドイツのビスマルク號と云ひ、イギリスのプリンス・オブ・ウェルズ號と云ひ何れ劣らず不沈を目指した最新の戰艦が、魚雷により致命傷を受けた事によつてもその威力をうかがへるのである。

然るに、魚雷の構造、性能等は何れも機密に屬するため、一般には窺知し得ぬ状態にある。幸ひ、東京帝國大學には世界唯一とも云ふべき魚雷の講座があり、青木 保教授が三十數年に亘り苦心研究されし『魚雷構造及び理論』を講述せられ、魚雷技術者の養成に大いなる貢獻をなしておられる事は邦家のため慶賀に堪へない。

魚雷は最も簡單なものでも約1200種3000點の部品よりなり、最近では6000點餘の部品より構成されたものも現れてゐるが、その機能の精巧なる事は現代精密工學の粹を集めたものと稱するも過言ではない。

以下、第一次歐洲大戰以後に發表された諸資料を基として魚雷の大要を述べる事にする。時局柄この方面に關心を有せらるる方々の御參考ともなれば幸甚である。

昭和 17 年 8 月

著 者

目 次

第1章 總 説	1
1.1 魚雷の歴史	1
1.2 魚雷の構造	8
1.2.1 魚雷の配置	8
1.2.2 頭 部	8
1.2.3 氣 室	14
1.2.4 前 部 浮 室	18
1.2.5 機關室並に後部浮室	19
1.2.6 外皮の構造	20
1.2.7 尾 框	22
1.2.8 車 室	23
1.2.9 鰭 の 大 さ	25
1.2.10 推 進 器	27
第2章 理論的考察	30
2.1 魚雷の速力と所要馬力	30
2.2 高壓空氣膨脹時の仕事量	32
2.3 魚雷航走能力の算式	34
第3章 發 動 機	38
3.1 加 熱 装 置	38
3.1.1 噴水加熱裝置	38
3.1.2 點 火 装 置	41
3.1.3 加熱裝置の調整	44
3.2 噴水加熱式機關	46
3.2.1 星型3氣筒壓搾空氣式機關	46
3.2.2 星型4氣筒機關	46
3.2.3 二列星型8氣筒機關	48

HP『海軍砲術学校』公開史料

2

目

次

3.2.4 横型2気筒復動機関	50
3.2.5 イタリアー8気筒機関	50
3.3 タービン	52
3.4 内燃機関	55
第4章 附属諸装置	61
4.1 装気及び塞気弁	61
4.2 發停装置	62
4.3 發動弁	66
4.4 調和器	67
4.4.1 主調和器	67
4.4.2 小調和器	71
4.5 管類	72
第5章 自動操縦装置	74
5.1 深度機	74
5.2 横舵制止装置	73
5.3 縦舵機	83
5.3.1 縦舵機の原理	83
5.3.2 縦舵機の構造	85
5.3.3 双轉輪縦舵機	92
5.3.4 斜進機	93
5.3.5 縦舵機の調整	94
5.4 操舵機	98
5.4.1 横舵機	98
5.4.2 縦舵機サーボ・モートル	100
5.4.3 操舵系統空気消費量	101
5.5 操舵の影響	102
5.5.1 縦舵操舵に伴ふ現象	102

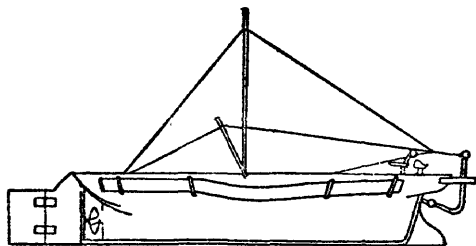
5.5.2 横舵操舵に伴ふ現象	102
第6章 魚雷發射裝置	105
6.1 發 射 管	106
6.1.1 水 上 發 射 管	106
6.1.2 高速魚雷艇に於ける發射裝置	107
6.1.3 水 中 發 射 管	109
6.2 飛行機よりの魚雷發射	113
6.2.1 飛 行 機 魚 雷	113
6.2.2 魚雷懸吊裝置	118
6.3 照 準 裝 置	121

第1章 總 説

1.1 魚 雷 の 歴 史

古來幾多の水中兵器が考案されたが、その中で最も進歩したものは魚雷である。現今各國に於て使用されてゐる魚雷は何れも ^{ホワイトヘッド} Whitehead 式魚雷に端を發してゐる。以下少しく同魚雷發達の足跡を辿る事とする。

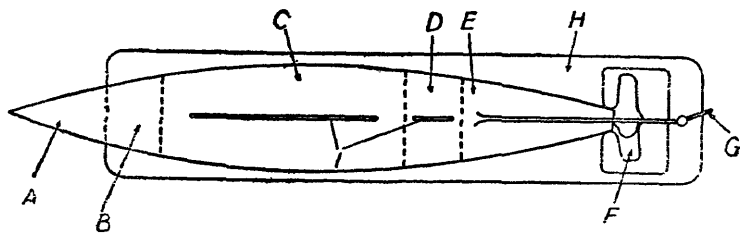
1860年頃オーストリアの一海軍士官が蒸氣若しくは熱機關により水面を航走する所の自進ボートを計畫し、船首には火藥を入れ、舵は海岸より索條で操り碇泊中の敵船を攻撃すると云ふ案をたてたが、實現に至らずに死んだ。同じくオーストリアの海軍士官たる Captain ^{ルビス} Luppis はその計畫圖を見て非常に興味を感じ、第1圖に示す様な模型を作つて試験し、一通り成功したので時の政府に提案したが、實用にならぬとて却下された。



第 1 圖 Luppis の自動水雷

そこで彼は 1864 年に至り當時同國 ^{フィウメ} Fiume 市（現在はイタリー領）の或る鐵工所に支配人として滞在中であつたイギリス人技師 ^{ロバート} Robert ^{ホワイトヘッド} Whitehead に相談し、協力してこれが改良に従事する事となつた。

ホワイトヘッドは海面動搖の影響を避け、且爆發威力を十分發揮せしめるには、適當な装置により自動的に舵を操り、水面下を航走せしめねばならぬと考へ、1866年に至つて最初の魚雷の製作に成功した。これは鍊鐵板にて作られ、縦横に^{イカ}鰭を有し、略々海豚の様な形狀をしてゐた。その最大直徑は 35.5 cm, 全重量 136kg, 装藥量 8.2 kg, 原動力たる壓搾空氣は^{カマイタ}罐板 (boiler plate) で作られた氣室内に 46 kg/cm^2 の壓力で貯藏され、特殊壓搾空氣式機關を有し、短距離の速力は 6 knot であつた。但、航走中の深度は全々不定だつたのである。1868 年に至つて所謂秘密室若しくは平衡室の裝置、即ち自動深度調整裝置が發明されて深度も略々一定となり、且、氣室は鋼製となり貯藏空氣壓力 80 kg/cm^2 , 速力 11 knot, 射程 610 m に達し、初めて世に紹介されるに至つた。大體の形狀は第 2 圖に示す如くであり、胴體は葉巻煙草型で複氣筒空氣動搖式機關 (pneumatic compound oscillating engine) を有し、三翼の單一推進器を回轉させる様になつてゐた。



第 2 圖 初期のホワイトヘッド魚雷

A 頭部, B 秘密室, C 氣室, D 機關室, E 後部浮室, F 推進器,
G 横舵, H 縦鰭, I 横鰭

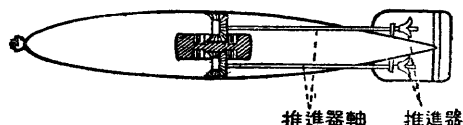
而して、同年初めてオーストリア海軍に採用されるに至つたのである。イギリスでも 1869 年に見本として直徑 35.5 cm 及び 40.6 cm の魚雷二種をホワイトヘッドに注文し、試験の結果 1870 年に同發明

を購入した。

1872年には事業も擴大してホワイトヘッド會社となり、その發明はフランス、イタリー、ドイツ等の諸國にも擴まるに至つた。但、當時の魚雷は進行方向が不安定で、有效射程も短いと云ふ缺點は免れなかつた。

ドイツの Schwartz-Kopf ^{シュワルツ コップ} 會社では 1882 年に至つてホワイトヘッド式魚雷（我國では略して保式魚雷と稱してゐる）を基として獨特のシュワルツ コップ式魚雷を計畫し、一時本家のホワイトヘッド式魚雷を凌いだ。而して、1883年同式魚雷が初めて我國にも輸入されるに至つたのである。これは直徑 35.5cm、全長 4.566m、裝氣壓力 90 kg/cm²、速力 22 knot、有効射程は 400m であつた。

アメリカに於ては 1870 年に同國海軍士官の Captain J. A. Howell ^{ホウエル} がホウエル式魚雷を發明したためホワイトヘッド式魚雷を採用しなかつた。このホウエル式魚雷は原動力として高速度に回轉してゐるはずみ車のエネルギーを用ひ、別個の軸に取付けた左右一對の推進器を互に逆回轉せしめて推進する様になつてゐる。はずみ車には發射前に發射管の側方に設けた蒸氣タービンで 10 000 rev/mn 程度の高回轉速度を與へるのである。同はずみ車回轉速度の減衰に伴ふ雷速の變化を防ぐために、推進器の螺距は漸次増大する様な機構になつてゐる。このはずみ車は一種の gyrostat ^{ジャイロスタット} をなす故、その作用を利用して自動的に縦舵を操り、有効射程も増大したのである。この式魚雷は 1891 年に



第 3 圖 ホウエル式魚雷の要點（平面圖）

完成したが、大體の要領は第 3 圖に略示する如くである。

ホウエル式魚雷は構造も簡単であり、且、縦舵の作用により直進し航跡も発見し難い等の特長があるため一時アメリカの政府に採用された。⁽¹⁾

扱、再びホワイトヘッド式魚雷に戻つて述べんに、1876 年には操舵用の ^{サーボ モートル} servo motor が完成されて横舵の操舵作用が確實になり、1877 年には単一推進器の反作用に基因する横傾斜、即ち、^{ヒーリング} heeling を防ぐために互に逆回転する前後二枚の推進器を用ひる様になり、且、Brotherhood ^{ブラザーフッド} 會社の星型三氣筒壓搾空氣式機關を採用し、21 knot, 400m の能力を発揮するに至つた。而して、1885 年以降支社をイギリスの ^{ウエイマウス} Weymouth、フランスの ^{サン トロペ} Saint Tropez、イタリーの ^{ナポリ} Napoli 等に設け



第 4 圖 魚雷の父ロバート ホワイトヘッド

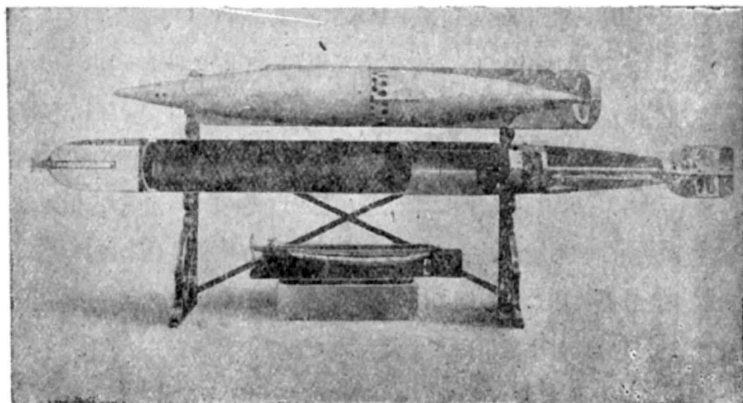
⁽¹⁾ 本魚雷の詳細は下記の書に記されてゐる。

Ed. Bara et H. Noalhat:— Les Torpilles Automobiles. 1898

F. Forest et H. Noalhat:— Les Bateaux Sous-marins. 1900

るに至つた。これ等の諸工場に於ては、現在も引續きそれぞれの國に於て改良された魚雷の製造を續けてゐるのである。1890 年には直径 45cm の魚雷が作られ、射程も増大し、且、最初は速力を出すために先端即ち頭部の尖つてゐる事が必要と考へられてゐたが、研究の進歩と共にその必ずしも然らざる事が判明し、頭部は丸味を帯びる様になり、同一直径、同一長さの頭部内への装薬量が倍加するに至つた。

斯く魚雷の性能が高まるに連れて、有効射程の延長と云ふ問題が益々重要になり、各國に於て適當な自動縦舵操縦法を研究中であつたが、1894 年に至つてオーストリアの製圖技師 ^{ルドイフヒ} Ludwig ^{オブリー} Obry は ^{ジャ}gyro-^{イロスコフ}scope の原理を應用した自動方向調整装置即ち縦舵機を發明し、1896 年イタリー政府で試験の結果有望と認められるに至つた。そこで、



第 5 圖 魚雷發達の経路

下 Luppis の自動水雷

上 1870 年當時のホワイトヘッド魚雷

(直径 40.6cm, 装薬 34.5kg, 射程 366m, 速力 8knot)

中 1907 年當時のジャイロスコフ裝備のフェーメ ホワイト
ヘッド會社製魚雷

(直径 35.5cm, 装薬 35.5kg, 射程 914m, 速力 31knot)

フューメのホワイトヘッド會社では早速同發明を購入し、種々改良の結果魚雷は一段の進歩を加へた。これ等發達初期の魚雷を對比すれば第 5 圖の如くである。⁽¹⁾

アメリカ政府でも 1890 年頃より ^{ブルックリン}Brooklyn の ^{ブリス}Bliss ^{リービット}Leavitt 會社でホワイトヘッド式魚雷を作らせてゐたが、縦舵機の發明以來ハウエル式魚雷は全く影を潜めるに至つた。

扱、これ迄は高壓空氣を減壓弁即ち調和器で適當に減壓してその儘發動機に供給してゐたのであるが、1902 年に至つてアメリカの ^{フランク}Frank M. ^{リービット}Leavitt はその空氣を加熱して發動機に供給し、航走能力を高めんと考へた。⁽²⁾而して、斯く魚雷の發動機が熱機關となる以上はタービン式機關の方が適當であると考へ、1904 年以來特殊のタービン魚雷を計畫し、爾來、同國海軍では主としてこの式を採用してゐるのである。

イギリスの ^{アームストロング}Armstrong 會社でも空氣加熱に關するリービットの特許を買収し、同社技師 ^{ソデー}Dr. Sodeau が主となつて、1904 年以來加熱法の研究を續けてゐた。1906 年に至つてオーストリア豫備海軍士官の ^{グッテン}J. Gutesy は加熱裝置内に清水を噴込んで作動ガス溫度を適當に調節する方法、即ち噴水加熱法を發明し、1908 年にはこれを改良し各國に採用されるに至つた。斯く噴水加熱裝置の發明以來魚雷の航走能力は冷走時代に比して數倍に高まつたのである。

而して、1909 年には直徑 53.3cm の魚雷がイギリスに於て作られ、裝藥 160kg、速力 30 knot、射程 10 000 m の能力を發揮するに至つ

(1) M. F. Sueter :-The Evolution of the Submarine Boat, Mine and Torpedo. 1907, p. 294

(2) Propulsion of Torpedoes by Compressed-air. Patent No. 693872. Feb. 25. 1902.

た。又、1914 年にはドイツに於て直径 60 cm, 全長 9m の魚雷が完成され、装薬 250kg, 速力 28knot, 射程 15 000 m となり、更に、第一次歐洲大戰中には同國に於て直径 70cm の魚雷も計畫された由である。

斯くて、装薬量、航走能力等に對する要求の高まるに連れて漸次形體を増大してこれに應ぜんとし、その停止する所を知らずと云ふ有様なのである。

イギリスに於ては 1892 年 Weymouth にホワイトヘッドの魚雷工場が設立され、同社技師 A. E. Jones^{ジョーンズ} が主となつて同魚雷の改良進歩を計り、世界魚雷界の中心たる位置を占めるに至つた。同社は現在

第 1 表 魚雷性能向上の經過

年 次	直 徑 (cm)	全 長 (m)	重 量 (kg)	装薬量 (kg)	最 高 速 度		最大射程 (km)
					knot	km/h	
1 875	38.1	5.8	—	—	20	37	0.18
1 887	40.6	5.2	—	—	24	45	0.7
1 896	45.7	5.2	500	50	27	50	0.9
1 903	45.7	5.2	540	60	34	63	1.8
1 908	45.7	5.5	635	100	40	74	3.7
1 912	53.3	6.1	1 360	200	42	78	6.4
1 925	53.3	6.4	1 450	250	42	78	8.2
1 937	53.3	7.3	1 590	300	48	89	11.9 *
	45.7	5.8	918	200	46	85	7.8

* この射程に對する雷速は 28knot である。尙、最近のものでは装薬量 350kg, 機關最大出力 400HP, 發射時の負浮量 290kg と云ふ様な數値を示してゐる。

アームストロング ヴィッカーズ
Armstrong Vickers 會社に屬し、活躍を續けてゐる。

初期以來最近に至る迄の魚雷性能向上の有様を示せば第 1 表の如くである。⁽¹⁾

1.2 魚 雷 の 構 造

1.2.1 魚 雷 の 配 置

魚雷全體の配置は使用發動機の種類その他により多少相違するが、一、二の例を掲げれば第 6 圖若しくは第 7 圖の如くである。又、直徑 53.3 cm の一魚雷に於ける各部の寸法を示せば第 8 圖の如くである。

以下、逐次これ等魚雷各部の構造に就き説明しよう。

1.2.2 頭 部

I 装 薬

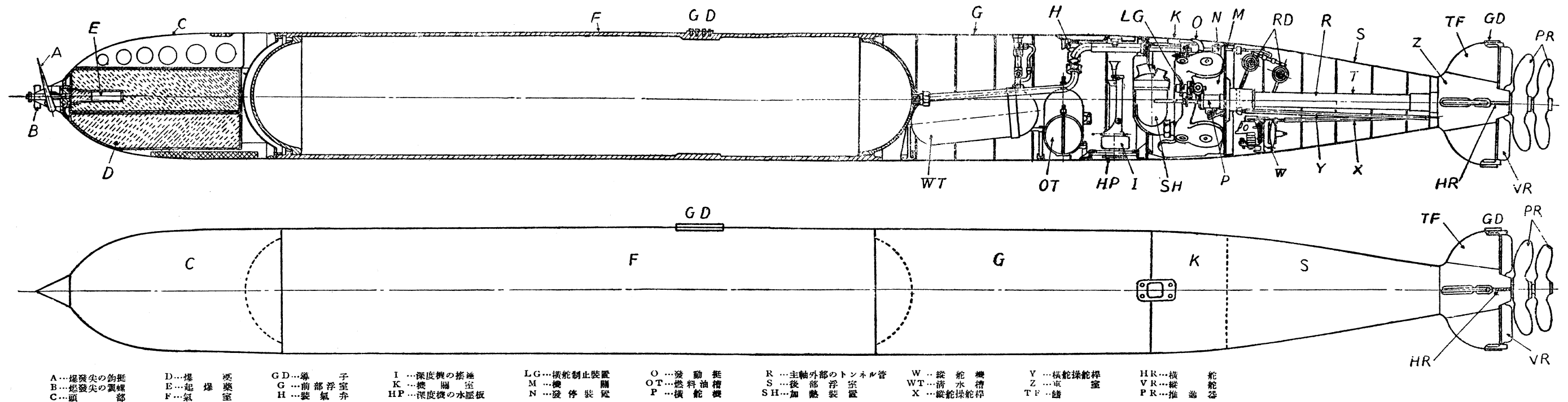
頭部は厚さ 2 mm 程度の軟鋼板で作り、魚雷が兵器として作用する上での主要々素たる火薬並に同發火裝置等を収める部分である。而して、内面には錫鍍金を施したり又は特殊の塗料例へばうるし等を塗つて火薬裝入放置中に危険な爆發性鹽類等を生ぜぬ様にしてある。

火薬としては ^{トリニトロトルエン} trinitrotoluen 即ち T.N.T. とかピクリン酸その他強力なものを第 9 圖に示す様な形狀にして規則正しく詰込み、又は一體に流込む。

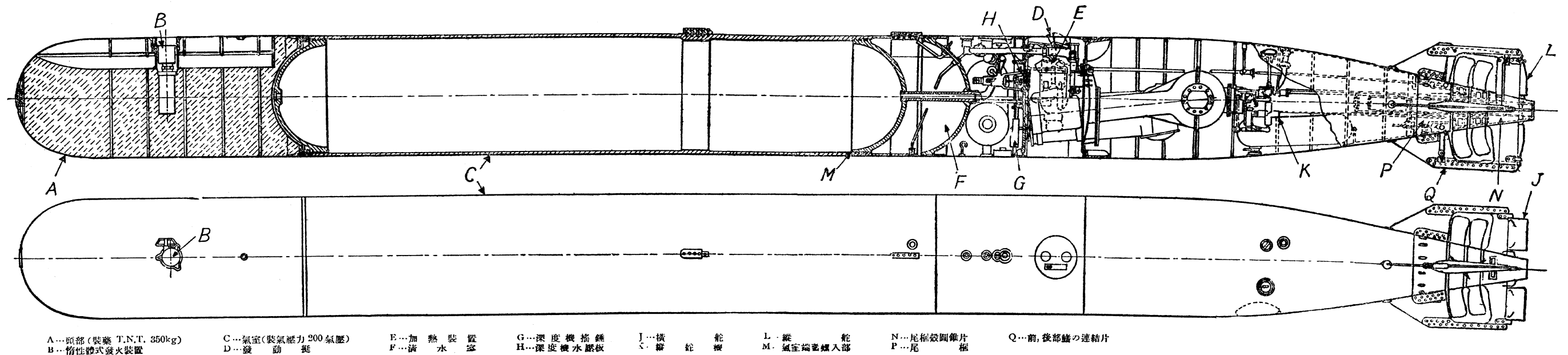
装薬量は現今の魚雷ではその大さに應じて大體次の實驗式で表される様な程度になつてゐる。

(1) The Manufacture of Torpedoes. Machinery, March 23, 1939

第6圖 舊ホワイトヘッド魚雷の全體構造



第7圖 最近のイギリス ホワイトヘッド 53.3 cm魚雷の構造（2氣筒複動機關裝備）

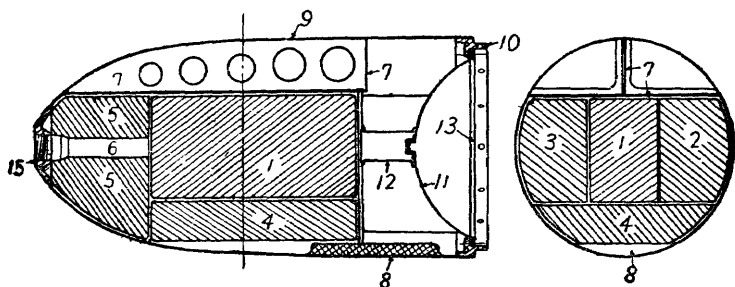




装薬量.....	160 kg
氣室装氣壓力.....	150 kg/cm ²
氣室内容積.....	641 l
氣室肉厚.....	10.7 mm
氣室重量(無装氣の時).....	526.5 kg
空氣重量(装氣壓力 150 kg/cm ² の時).....	115 kg
清水容量.....	24 l
燃料油.....	15 l
潤滑油.....	5 l
浮力(装氣壓力 80kg/cm ² , 清水及び潤滑油充填, 主軸に栓無しの場合。海水温度15°C, 比重 1.0 26として計算す).....	5kg

<http://navgunschl.sakura.ne.jp/>

$$\frac{\text{装 薬 量 kg}}{(\text{魚雷直徑cm})^2 \times (\text{頭部全長cm})} = 8 \times 10^{-4} \dots\dots(1)$$



第 9 圖 魚 雷 頭 部

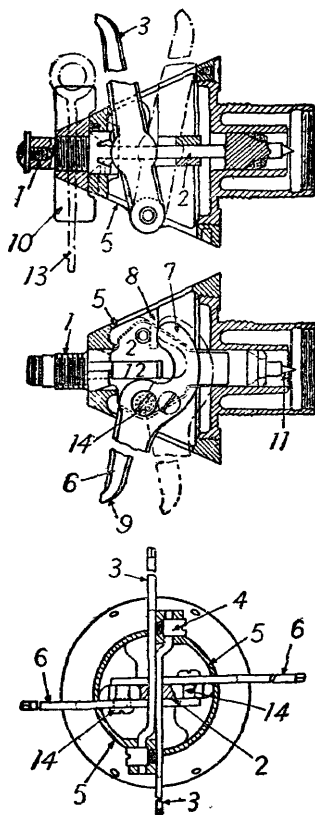
- 1, 2, 3, 4, 5.....火薬塊
 6.....爆発尖取付部
 7.....板 } (重心加減用)
 8.....錘
 9.....外皮
 10.....接合環 (氣室に接合するための)
 11.....蓋
 12.....装薬支筒
 15.....口金 (爆発尖取付け用)

Ⅱ 發 火 装 置

魚雷は一般に目標即ち敵艦船よりも大なる速力を有し、命中の際衝撃を受ける故、火薬の發火にもこの衝撃を利用した装置を用ひる。衝突時の衝撃は相對速度の大小、命中角度如何等により異なる故發火装置はあらゆる場合に於て作動する様、而も、艦上に於ては取扱ひが安全、且、容易に取外せる様に設計せねばならぬ。

最も普通な所謂爆発尖と稱する發火装置は第 10 圖の様な構造を有し、頭部先端の口金部に螺入して用ひる。これでは安全針 13 を抜いて發射すると、進行中に翼螺 10 が廻つて拔出し、200~300m 航走後

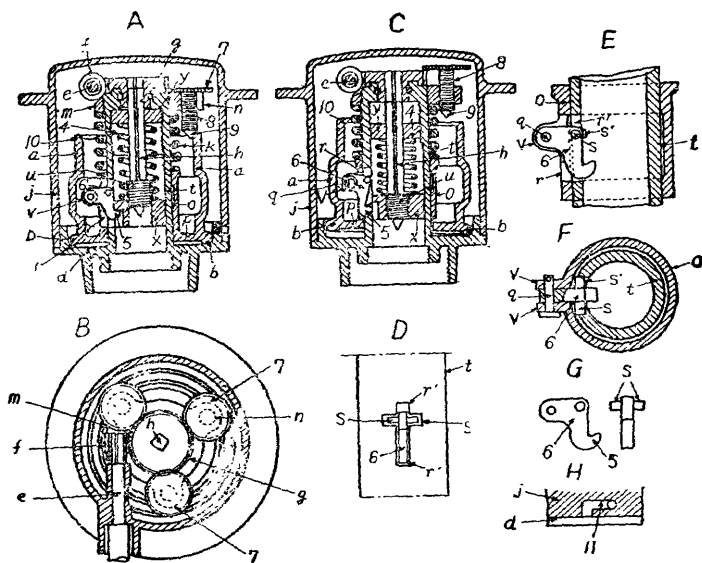
初めて爆發尖が作動し得る様な状態になる。而して目標に先端1若しくは撃角（鉤挺とも云ふ）3, 6 等がぶつかりと撃針が作動して起爆薬を發火させ、全装薬を爆發せしめるのである。翼螺は水中發射管に装



第 10 圖 爆 發 尖

填中等に早期に旋回したり、又はこびり付いて作動せぬ様な事もあるので、單に衝擊の際に剪斷される様な銅製の安全針のみを用いたものもある。

撃角による水の抵抗を除き、而も、側方に設けて頭部の全長を短縮し、且、火薬の重心を前方に移して爆發威力を増大せしめる等のため、最近では、惰性體式發火裝置が多く用ひられてゐる。これは第 7 圖 B に示す様な位置に取付けられるが、その詳細は例へば第 11 圖に示す如くである。⁽¹⁾



第 11 圖 惰性體式發火裝置

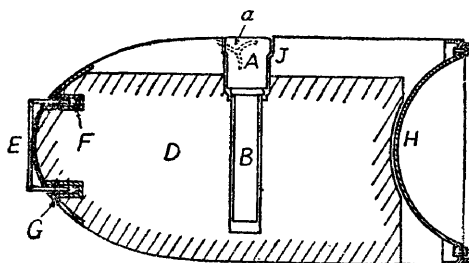
圖の A は發射の際の狀況であるが、軸 e の端部には翼螺を有し、進行中 f, g を廻し、そのため撃針 h は x 中にねぢ込まれる。その際 h は y を廻し、ばね 4 を壓縮する。一方、惰性體 a を抑へてゐる止め栓 8 も g により 7 を經て廻され、a を自由状態にし、圖 C に示す様な發火準備の状態になる。而して、目標に命中の際の衝擊により惰性體 a

(1) 青 木 保： 惰性體を有する保式發火裝置の感度につきて
火兵學會誌（大正 10 年）

が傾き、撃針を支へてゐる止め鉤⁵が外れ、發火を起すのである。情性體式發火裝置は構造が複雑であり、且、一旦取付けた後は點檢し難いのが缺點である。

尙、魚雷の發達に連れて艦船の方に於てもこれを防禦するための種々の發明が現れてゐるが、碇泊中舷側に魚雷防禦網を張る事も有效である。これに對しては、魚雷側に於ても種々の破網器が工夫されてゐるが、情性體式發火裝置使用のものでは頭部前端に容易に破網器を取付ける事が出来る。

第 12 圖に示すのはその一例である。これでは環狀の破網用小刀^Eが筒の中に嵌り込んでおり、魚雷が防禦網にぶつかつた時の僅かの衝撃により火藥^Fが爆發して破網用小刀をつき出し、それを破るのである。



第 12 圖 破網器裝備の例

- A 情性體式發火裝置
- a 翼螺
- B 導火藥
- D 火藥
- E 破網用圓筒形小刀
- F 破網機用黑色火藥
- G 安全針
- H 蓋
- J 發火裝置取付口

尤も、魚雷防禦網は重量が大なので最近の艦船には使用されず、専ら港灣等で潜水艦の潜入を防止するのに用ひられてゐる。

この外、魚雷が萬一目標に命中仕損ひその近くを通過した際にも作動し得る様な磁氣發火裝置も研究されてゐるが、未だ實用化されるには至つてゐない。

Ⅲ 演習用頭部

魚雷は製作後一々發射試験を行つて推進器に修正を加へるが、更に平時戰鬪演習を行ひその航走狀態や癖を知つて置く事が必要である。このためには演習用頭部を換裝して用ひる。

演習用頭部には航走狀態自動記録裝置を設けた雷道頭部、自停後浮力を増加せしめて水面に浮上らせるための驅水裝置を設けた所謂驅水頭部、停止位置を示すための發光器若しくは發煙器を設けたもの、又は實際目標に命中させるが、その際頭部が容易に潰れて衝撃を吸収し、他に害を與へぬ様にした衝突頭部等様々の構造のものがある。⁽¹⁾これ等演習用頭部に對して、既述の實戰用の頭部を實用頭部とも稱してゐる。

1-2-3 氣 室

現今の魚雷は殆んど凡て氣室内に貯藏された壓搾空氣により燃料を燃し、そのエネルギーにより機關を驅動、推進するのである。空氣の代りに液體空氣又は酸、水素を用ひるとか、或は蓄電池のエネルギーを用ひんとの試みもあるが、これ等は何れも實用されるには至つてゐない。但、貯藏空氣中に更に酸素を加へ、以て航走能力を増す方法は各國で

(1) 演習用頭部の構造その他に關しては下記を参照されたい。

青 木 保：兵器（萬有科學大系 第15巻）

<http://navgunschl.sakura.ne.jp/>

試みられてゐる。

I 氣 室

氣室は魚雷全長の約半分を占め、價格も製作費の略半分を占める重要部分であり、ニッケル・クローム鋼又はニッケル・クローム・モリブデン鋼鍛造の圓筒を削つて作る。而して、その兩端は半球形狀の端蓋で塞ぎ氣密を保たせる。氣室の肉厚は使用材質の研究並に裝氣壓力の増加等により次第に變化してゐるが、その實例を示せば第2表の如くである。

第2表 ホワイトヘッド式魚雷に於ける氣室の要目

外 徑 (cm)	全・長 (m)	肉 厚 (mm)	氣室内容積 (l)	裝 氣 壓 力 (kg/cm ²)	15°Cに於ける 裝氣重量(kg)
45	2.218	9.3	332.5	156	61.53
53.3	3.000	11.6	630.7	176	131.67

尙、氣室内容積は一般に下の實驗式で與へられる。

$$C = 0.0739 D^2 L \dots\dots\dots (2)$$

こゝに C = 氣室内容積 (l)

D = 氣室外徑 (cm)

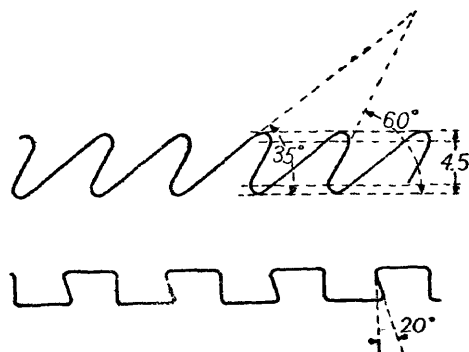
L = 氣室全長 (m)

氣室外面は抵抗を減するため並に瑕を檢査する必要上、機械加工後更に sand stone で磨き仕上げをする。

II 端 蓋

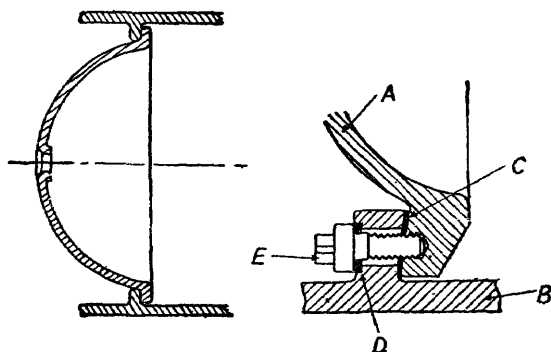
端蓋部の設計に際しては、單に内壓及び震動に對してのみならず、空氣放出時の收縮と云ふ問題をも考慮せねばならぬ。後端蓋はねぢ込み式とし、ねぢの斜面に塗つた錫により完全に氣密を保たせるが、焼

嵌めねち込み式とする場合もある。ねちの形は種々研究されてゐるが、ドイツ及びイタリー海軍では第 13 圖上部に示す様な鋸齒狀のねちを、而して、イギリス及びフランス海軍では同圖下部に見える様な^{パチガタ}波形のねちを採用してゐる。



第 13 圖 氣室端蓋螺入部ねちの形状

然し、前端蓋は氣室内面の點檢、掃除等も可能な様取外し式にする方が便利であり、例へば第 14 圖に示す様に端蓋にはねちを切らずに



第 14 圖 前端蓋取付部の設計

A 端蓋 B 氣室 C 銅ベッキン
D ファイバー E 止めボルト

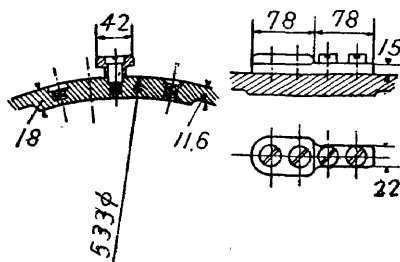
鏑部を設け、一方、氣室前端部にも鏑を設け、その鏑の切缺部を通して端蓋を嵌め、兩者鏑部の接觸面を摺合せし、氣密を保たせる様にする。同部の形狀寸法は裝氣壓力に伴ふ變形や歪を可及的に小さめする様に設計してあり、假令裝氣の初めに多少の漏氣はあつても、壓力が高まれば止まる。これはアメリカの Bliss 會社で最初に試みた方法であるが、同圖右方に示す様にボルトで締める方法を併用する等漸次改良され、現今廣く採用されてゐる。

前、後兩端蓋の中央部にはそれぞれ氣密検査用の栓及び高壓空氣導管等を取付けるための肉厚部を設け、ねじ孔をあけてある。

Ⅲ 導 子

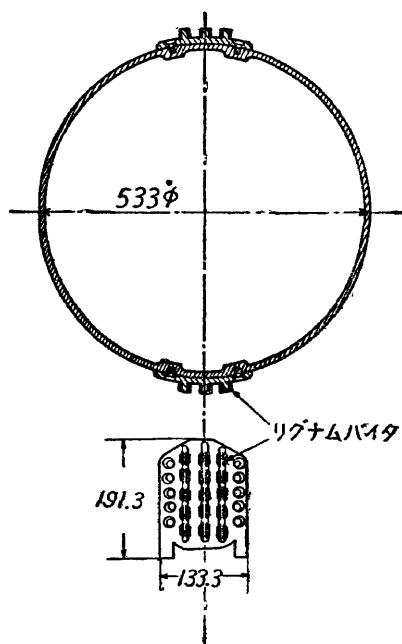
魚雷は第 6 章に述べる様な發射管より射出するが、同管中を運動する際廻らないで眞直に進行する様、管の内壁に設けた溝と嚙合ふ突起即ち導子を氣室外面の重心より多少後方に寄つた位置に設ける。

水上發射管用導子は第 15 圖に示す様な T 形断面のもので、これを T 形導子と稱し、氣室上面に 1 個設けるのみであるが、水中發射管用の所謂水中導子は上、下部に 1 個宛設ける。



第 15 圖 T 形 導 子

これは第 16 圖に示す様な形狀を有し、圖に黒く示す部分には



第 16 圖 水 中 導 子

リグナム バイタ
 lignum vitae と稱する木材で作つた小片を嵌め、發射管側の溝の磨耗を防ぐ様にしてある。尙、導子を取付けるため、氣室の内面はその部のみ厚く肉を残してある。

氣室は完成後裝氣壓力の 1.5 倍位の内壓をかけて試験を行ふが、その際、亞麻仁油を用ひて油壓試験を行ふと、内面に附着した油の被膜により保護され具合がよい。但、これ等の膜も長期使用中には鱗狀に剝離するので、最近ではカドミウム鍍金の方が廣く採用されて來た。

1-2-4 前 部 浮 室

これは氣室の直後に設けられる部分で、最近の魚雷に於てはこの中
<http://navgunschl.sakura.ne.jp/>

に燃料及び清水等を貯蔵してゐる。以前はこの部に深度機をも取付けてゐたため、平衡室と呼ぶ事もある。

前部浮室は頭部の場合等と同様に厚さ 2 mm 程度の軟鋼板で作り、氣室の延長部に鋸綴並に半田付により一體に水密に取付けるのが普通である。尤も、イギリスの現用魚雷に於ては第 7 圖に見える様に氣室の延長上に削出しで前部浮室を構成し、又、フランスの 55 cm アルコール魚雷に於ては、多量の燃料を搭載する關係上別個の燃料槽を用ひず、前部浮室全體を燃料室に當てゝゐる。而して、同燃料を空氣壓力により加熱装置部に供給する様な設計であるため、外皮の厚さを増し氣室の延長部に螺込んで取付けてゐる。

何れにするも、前部浮室の後方は隔壁により水密に塞がれ、その部で魚雷は切離せる様になつてゐる。尙、前部浮室の上面には、装氣口、塞氣口、清水燃料注入口、外部油（潤滑油の事）注入口等をも設ける。直徑 53.3 cm のホワイトヘッド魚雷に於ける燃料搭載量は 15.2 kg、清水の方は 70 kg 程度になつてゐる。

1-2-5 機關室並に後部浮室

前部浮室に續いて機關室が設けられる。この部分は在來のホワイトヘッド式魚雷に於ては直接海水に連絡してゐるが、内燃機關裝備のもの等では水密になつており、機關シリンダの外周に設けた水ジャケット部のみに冷却水を循環せしめる。尙、裝備發動機の種類に應じて機關室全長は區々であるが、何れも、これに續いて設けられる水密な操舵機室——後部浮室とも云ふ——と一體に軟鋼板で作られてゐる。

機關室内には骨筒コットウを入れ鋸及び半田で外皮に密着せしめる。骨筒は鑄青銅の鑄物で作られ、發動機、諸附屬裝置の取付座となるのみなら

ず機関室補強の役をも兼ねるのである。機関室には外で組立てた發動機を押込めば簡単にこれを取付けられる様になつてゐるが、この外、魚雷を自動的に發動並に停止せしめるための所謂發停装置であるとか、調和器、清水及び燃料供給用のポンプ類等幾多の装置をも取付けるのであり、その一例を示せば第 17 圖の如くである。

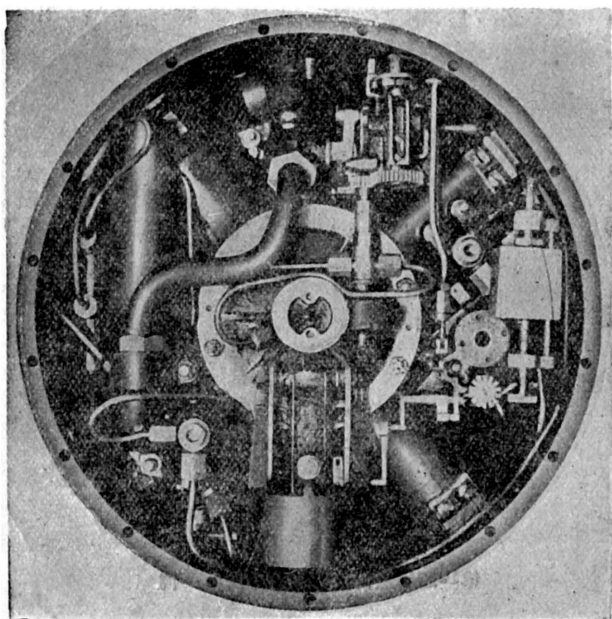
後部浮室の中央部は主軸が通つてゐるが、同室には第 6 圖及び第 7 圖にも示した様に縦舵機、深度機、横舵機等の操舵装置も設けられる。

1-2-6 外皮の構造

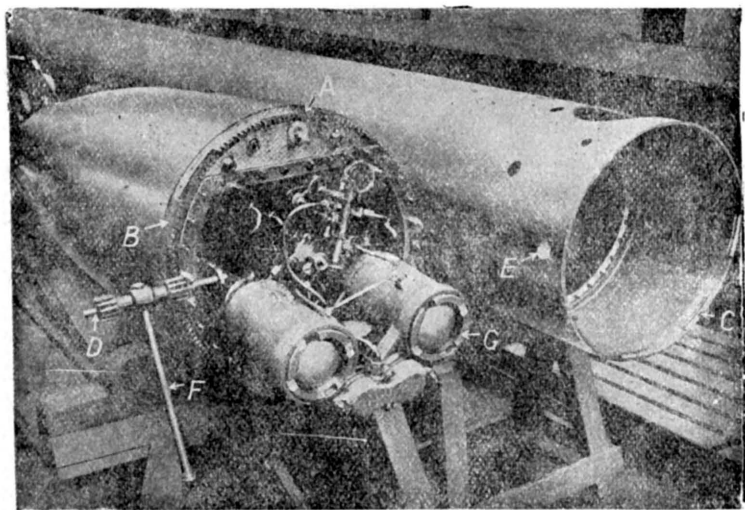
魚雷外皮はそれぞれの用途に應じて下の様な諸外力に堪へねばならぬ。

- (1) 發射管が海水に通じてゐる場合にその水壓に堪へる事。(水密な發射管を用ひるとしても魚雷を搭載してゐる潜水艦の最大潜航深度に於ける水壓に堪へ、且、十分水密を保ち得なければならぬ。この水壓は $2.5 \sim 3 \text{ kg/cm}^2$ 程度である。)
- (2) 發射の壓力に堪へる事。(これは水上發射管では 1.5 kg/cm^2 、普通的水中發射管では 2.5 kg/cm^2 、楯を有する舷側水中發射管の場合には 4 kg/cm^2 程度である。)
- (3) 水上發射管より若しくは飛行機より水面に投射された時に受ける衝撃。
- (4) 舷側水中發射管を離れる場合に受ける艦速に基因する曲げモーメント。
- (5) 航走中の推進力及び震動。
- (6) 演習發射の際に於ける酸化による磨損若しくは偶發的衝撃。

これ等の諸力を考慮し外皮の肉厚、内面の補強等を決定する理

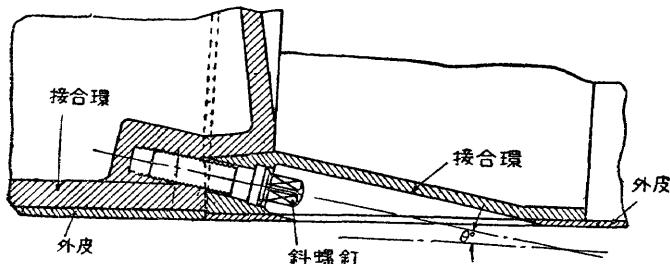


第17圖 機關室諸裝置裝備狀態



第19圖 魚雷後部結合方法の一例

であるが、頭部及び前、後部浮室等比較的薄い鋼板製部分の接合部には第 18 圖に示す様に鱗青銅製の接合環を嵌め、鋳綴並に半田付によりしつかり固着し、それ等を斜螺釘^{シヤラヂイ}により結合し、外力による曲げに對してもしつかり堪へさせるのである。



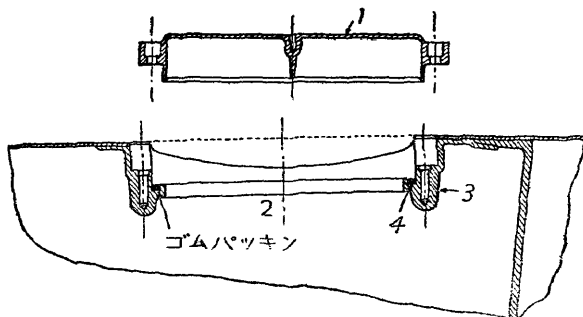
第 18 圖 斜螺釘による分解結合部の締付

尙、第 7 圖に掲げた最近のイギリス ホワイトヘッド社製魚雷に於ては、斜螺釘の代りに第 19 圖に示す様な巧みな方法により簡単に分解結合し得る様になつてゐる。

これでは後部外皮前端に齒輪 (gear ring) A がねちで取付けられてゐる。この齒輪の周りには多くの突起 B があり、それ等が前部浮室殻の突起 C と嚙合ふ。魚雷の後部を前部浮室と結合するには、兩部を突合せて齒輪上の突起 B を前部浮室側の突起 C の間に通し、次に要具 D を孔 E から入れ、その先端を軸受に嵌める。すると要具上の齒車は齒輪の齒と嚙合ふから柄 F により要具上の齒車を廻すと、齒輪はそれのねち上で廻り、突起 B を突起 C の後方に動かし、魚雷の兩部は錠止される。この機構によつて、兩部の分解結合は數分間で終る事が出来る。孔 E は二つあるから、2 個の要具を同時に使ふことも出来る。發動機の 2 個のシリンダは圖に於て G で示されてゐる。

斯る接合法は操作は簡單であるが、製作費の點並びに重量の點より

考へる時には餘り有利とは云へない。尙、後部浮室の縦舵機取付口その他孔の部分は第 20 圖の様な具合に補強し、水密に蓋をする。



第 20 圖 水密な蓋部の設計

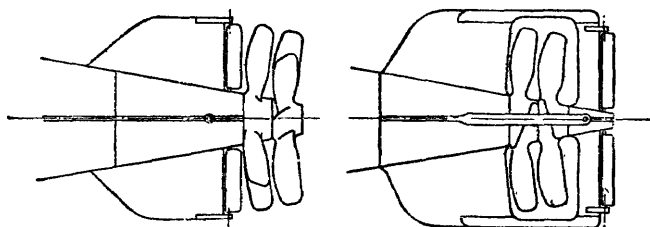
- | | |
|----------|----------|
| 1 蓋 | 2 孔 |
| 3 孔部補強金物 | 4 ゴムパッキン |

1.2.7 尾 框

魚雷尾部即ち尾框には鰭及び舵を取付ける。水平面内に設けられる所謂横舵は魚雷の深度を一定ならしめる作用を営むのであり、その面積も比較的大きいが、垂直面内に取付けられる縦舵即ち方向舵は面積も小さい。而して、第 21 圖右圖に示す様に推進器より後方に舵框が突出ており、これに舵を取付ける式及び同左圖に示す様に推進器前方に舵を設ける式の兩様があり、前者を ^{フューメ}Fiume 尾框、後者を ^{ウールウィッチ}Wolwich 尾框と稱してゐる。フューメ尾框に於ては構造複雑、且、推進効率も甚分低下すると云ふ缺點はあるが、發射初期の雷速の低い時にも舵の利がよく、又、メタセンタの高さもウールウィッチ尾框の場合に比して少くてよい。⁽¹⁾メタセンタの高さは 53.3 cm 級の魚雷に於ては 10～

(1) A. Laubeuf et H. Stroh :- Sous-marins Torpilles et Mîmes. 1923, p. 625

13mm 程度である。尤も、發射初期には横舵の方は暫時作動せぬ様に制止して置くのが普通であり、最近では構造の簡単なウールウィッチ尾框の方が廣く採用されてゐる。



ウールウィッチ尾框

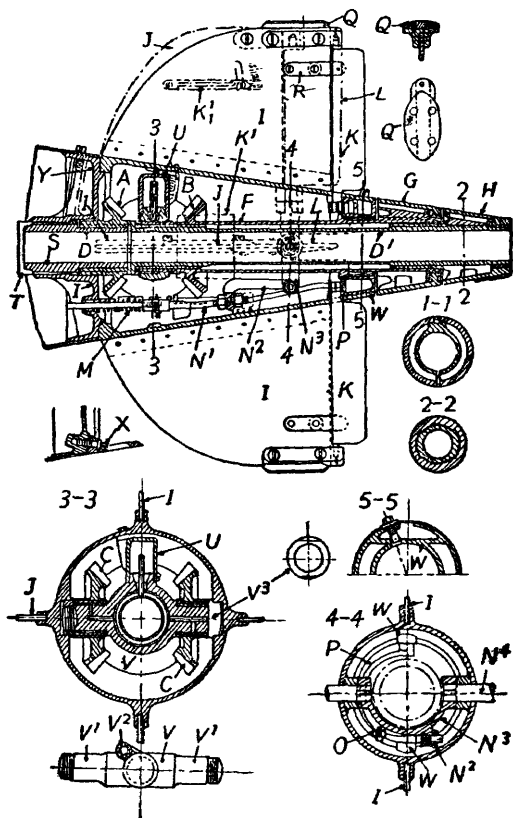
フューメ尾框

第 21 圖 尾框の構造 (側面圖)

1.2.3 車 室

發動機の回轉は中空の主軸に傳へられ、同主軸は後部浮室の中心を縦貫して後端に抜け、中空部は排氣の通路をも兼ねてゐる。尾框内は車室と稱し、この中に第 22 圖に示す様な傘齒車裝置が設けられ、前方の推進器を發動機の回轉とは逆方向に回轉せしめる作用を営むのである。

この傘齒車裝置は 4 個の傘齒車より組立てられ、その中の前車 A はボスの延長部で主軸の後端 S に楔止されてゐる。この齒車の後方のボスは長く延長して中空軸 D¹ を形成し、その後端に後部推進器のボス H が楔止される。前車 A と嚙合ふ 2 個の側車 C, C がある。これ等は前車 A のボスを支へる軸受 V の兩耳軸 V¹, V¹ を軸受として支へられ、この耳軸は車室外皮内面の溝に嵌つてゐる。これ等兩側車は後車 B と嚙合つてゐる。この齒車即ち後車のボスは前述の軸 D¹ を取まき、前



第 22 圖 尾框部車室の詳細

方に延びて軸受Vと接し、後方は長く延びて前部推進器のボスGを取付け得る様になつてゐる。

斯る構造により後部推進器は主軸と同方向に回轉し、一方、4個の齒車を通じて前部推進器は後部推進器とは反對方向に廻されるのである。軸受Vの部分の潤滑には油壺Uの潤滑油を用ひる。又、最近の魚雷に於ては車室に直接潤滑油を注入して潤滑を良好ならしめるが、軸

受部には全部球軸受を用ひて、摩擦を減ずる等の手段も講ぜられてゐる。

魚雷が水中發射管に入れられ、同管が海水に通じてゐる場合には主軸中空部は海水で充たされ、發動機の方にも漏水する。これを防ぐため機關の排氣出口部附近に逆止弁を設け、發射と同時に自動的に開かせる様にしたものもある。

尚、後部浮室後端の詰箱部から海水が漏る事は禁物であるから、主軸の外側には第 22 圖に示す様にトンネル管 T を設け、萬一漏水しても主軸とこの管との間に溜る様にしてある。主軸中空部は排氣通路になつてゐるが、前部推進器軸やトンネル管で包まれてゐるため、熱影響は後部浮室内の諸装置には及ばない。

1-2-9 鰭 の 大 さ

鰭、就中、横鰭面積の適否は魚雷の航走状態に大なる影響を及ぼすものである。今、各種魚雷に於ける横舵及び横鰭の合計面積を比較すれば第 3 表の如くである。⁽¹⁾

安定と云ふ事と舵の利き即ち操縦の難易と云ふ事は互に相矛盾した

第 3 表 横舵鰭合計面積の比較

種 別	フランスのシュナイダー社サントロペ工場製魚雷	ホワイトヘッド魚雷	R80 飛行船型
直 徑(cm)	45	53.3	16
全 長(cm)	543.6	684	122
横舵鰭面積(cm ²)	1 400	1 020	大約 110 小約 90
横舵鰭面積 × 100 直徑 × 全長	5.7 %	2.8 %	大 5.6% 小 4.6%

⁽¹⁾ 大井上 博：魚雷の縦面安定に及ぼす横鰭の影響に就て 昭和5年9月

要求であるが、魚雷本体の安定が主で、操舵による安定が従たるべきは論を俟たない。たゞ如何なる點で兩者を折合はせるかと云ふ事が問題で、これは實驗的に決めるの外なく、第3表中に参考のため掲げたR80飛行船に於ては、實驗の結果小形の横鰭を採用するに至つたとの事である。⁽¹⁾

魚雷本体の安定に對しても先づ適當なる重量の配置、即ち、良好なるトリムを與へる事を主にし、横鰭の面積は單にその不完全を補ふに止めるのが理想的である。但、設計上適當なトリムを與へ難い場合には、その對策として横鰭の面積を増加するとか、又は鰭の數を増す事は非常に有效である。

次に、横舵に作用する力は下の實驗式で與へられる。

$$P_n = C A V^2 \sin i \dots\dots\dots (3)$$

ここに

P_n = 舵面に直角に作用する水の壓力 (kg)

A = 舵の面積 (cm²)

V = 雷速 (m/sec)

i = 進行方向と爲す舵の角度

而して、

$$\begin{aligned} C &= 8.9 \times 10^{-3} && \text{(Froude)} \\ &= 8.1 \times 10^{-3} && \text{(Rayleigh)} \\ &= 5.9 \times 10^{-3} && \text{(Beaufoy)} \end{aligned}$$

程度の値である。

(1) J. R. Pannel :- Stability and Resistance Experiments on a Model of Vickers Rigid Air-ship R. 80 Report and Memoranda. No. 511, August 1918.

P_n は横舵の前端よりその長さの $\frac{1}{4}$ の點に作用するものと假定して計算すればよい。横舵の操舵角度は高々 15° 位迄であるが、これによる魚雷重心點の周りの俯仰のモーメントはかなり大きな値になる。

一方、浮力による重心點の周りのモーメントは、上記横舵によるモーメントの十數分の一に過ぎぬ。これ、近年迄魚雷の浮心、重心の關係位置が全々閑却されてゐた所以である。然し、魚雷航走の安定と云ふ見地よりしては、重心は浮心の多少前方に位置する様設計すべきである。尙、縦鰭も横鰭と略同一の大きさに設計したものが多いが、この場合、メタセンタの高さの影響を考慮する時は、下方の縦鰭面積を幾分大き設計くする方が横揺を防ぐ上にも有效な様である。

1-2-10 推 進 器

魚雷に於ては發動機の出力を十分利用するため形體の割には大き過ぎる程の推進器を使用してゐる。

魚雷に推進器 1 個だけを用ひる時には、水の反作用により魚雷はその縦軸を中心として推進器の回轉方向とは反對の方向に傾く。この傾き即ち横傾斜は舵の作用に影響して進路を不安定ならしめるので、結局、互に逆回轉する 2 枚の推進器を用ひるに至つたのである。斯る組合せの推進器を二重反轉推進器と稱してゐるが、1909 年イタリーの G. Rota は 3 種の推進器を小蒸氣船に装着實驗の結果、二重反轉推進器使用の場合には單一推進器の場合に比し約 20% 馬力を節約し得る事を發見した。⁽¹⁾

(1) G. Rota :- The Propulsion of Ships by Means of Contrary-Turning Screws on a Common Axis. T. I. N. A. 1909.

G. Rota :- Further Experiments on Contrary-Turning Co-axial Screw Propellers. T. I. N. A. 1922.

その後イギリスの W. J. Luke も二重反轉推進器に就き研究の結果、これでは船體に裝着の際船殻効率が良好となるため推進効率も高まり、上記の様に馬力を節減し得るのであるとの結論に達した。⁽¹⁾尤も大形の船舶では裝備上の難點もあり、二重反轉推進器は餘り用ひられてゐないが、最近の大形飛行機には斯る推進器が用ひられんとする趨勢になつて來た。

魚雷に於ては二重反轉推進器の採用により横傾斜の除去並に効率の向上と云ふ二重の利益があるのである。

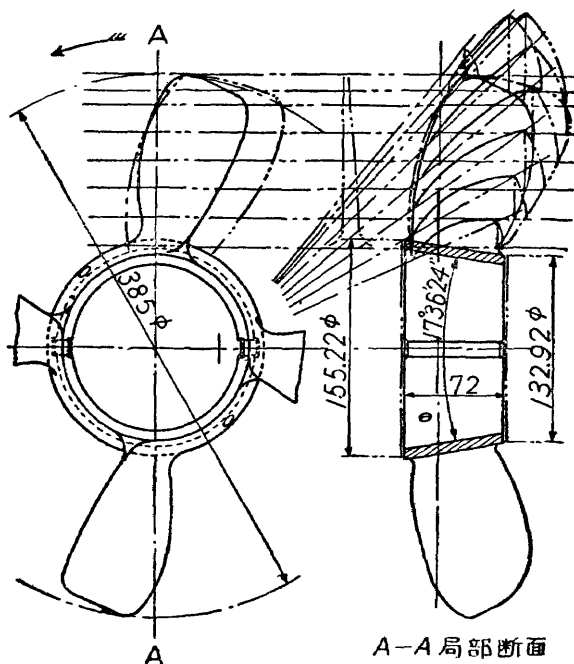
扱、最近の魚雷に於ては搭載發動機の出力量増加に伴ひ4枚羽根の推進器を用ひてゐるが、前後兩推進器の作用を互に平均せしめるため前方の直径は幾分大きく設計してある。それは、後の方がボスが小さいのと、前の推進器で後方に押された水の中で廻るからである。而して、發射試験を行ひ後部推進器を修正して使用雷速の範圍に於ける横傾斜を可及的に小ならしめる様にするのである。尙、高雷速のもの程推進器の羽根は薄目とし、且、幅を擴げて空洞現象をさける様に設計せねばならぬ。

魚雷では變螺距推進器を用ひており、その螺距比は2.0～2.6位になつてゐる。一例として、イギリス ホワイトヘッド社 VI.5 魚雷(直径53.3 cm)の推進器に於ては、螺距は889 mm より 1 219 mm迄平等に増加してゐる。而して、半径の $\frac{3}{4}$ の點に於ける螺距その他の數値を、その推進器の特性要素と見做して差支ない様である。⁽²⁾

(1) W. J. Luke :- Further Experiments upon Wake and Thrust
Deduction. T. I. N. A. 1914

(2) S. Drzewiecki :- Théorie Générale de L' Hélice. 1920, p. 81

現今用ひられてゐる魚雷推進器の一例を示せば第 23 圖の如くである。材質は鍛鋼で、抗張力 $82\sim 95\text{ kg/mm}^2$ 、^{ブリネル}Brinell 硬度 $240\sim 280$ 程度に熱處理して用ひる。



第 23 圖 45cm 魚雷用後部推進器の設計例

第2章 理論的考察

2.1 魚雷の速力と所要馬力

魚雷が水中を航走する場合には縦揺ピッチング (pitching), 揺船ヨウイング (yawing) 及び横揺ローリング (rolling) を伴ひ、且、縦、横兩舵の操舵による抵抗も加はるが、これ等を簡単な式で表示する事は不可能である。且又、雷速に伴ふ推進効率の變化も不明であり、理論的に魚雷推進軸馬力の算式を導き出す事は困難である。

我國に於ては從來 Froude の摩擦抵抗に関する實驗式にその 5% を形態抵抗として加算し、且、推進効率を 70% と假定して導いた下の様な式が行はれてゐた。

$$P = \frac{1.05 \times 10^{-5} \times D L \times V^{2.83}}{0.7}$$

$$= 1.50 \times 10^{-5} \times D L \times V^{2.83} \dots\dots\dots(4)$$

ここに

P = 推進軸馬力 (HP)

V = 雷速 (knot)

D = 魚雷直徑 (cm)

L = 魚雷全長 (m)

尙又、歐米に於ては實射の成績より導いた下の様な實驗式が用ひられてゐる。

$$P = a V^n \dots\dots\dots(5)$$

ここに a 及び n は一定型の魚雷に就いては定數であり、二、三の例を示せば第 4 表の如くである。

第4表 魚雷推進軸馬力實驗式に於ける定數

魚雷種類 定數	イギリス ホワイトヘッド VI.5 魚雷 mm	(1) フランス サントロベ社 mm		(2) フランス海軍	(3) アメリカ リス社 mm
		450φ×5 200	533φ×7 000		450φ×5 000
a	$\frac{1}{786}$	8.9×10^{-4}	1.4×10^{-3}	a = K.S S = 魚雷表面積 K = 定數 3.00	3.584×10^{-4}
n	3.21	3.20	3.20		3.5

所要馬力の推定に際しては、嚴密に謂へば魚雷の ^{トリム}trim 及び負浮量等の問題をも考慮すべきである。

動力計試験成績並に發射試験時に於ける空氣消費重量等を基として 53.3 cm 魚雷に於ける雷速と所要推進軸馬力との關係を推定すれば略第 24 圖の如くなる⁽⁴⁾。即ち、雷速 40 knot を出すためには 200 HP を必要とするのであり、魚雷に於ては狭い場積内に如何に大馬力の機關を裝備してゐるかを窺へるのである。

而して、大さの異なる魚雷の所要馬力は斯る數値を基として相似法則の應用により求める事が出来る。

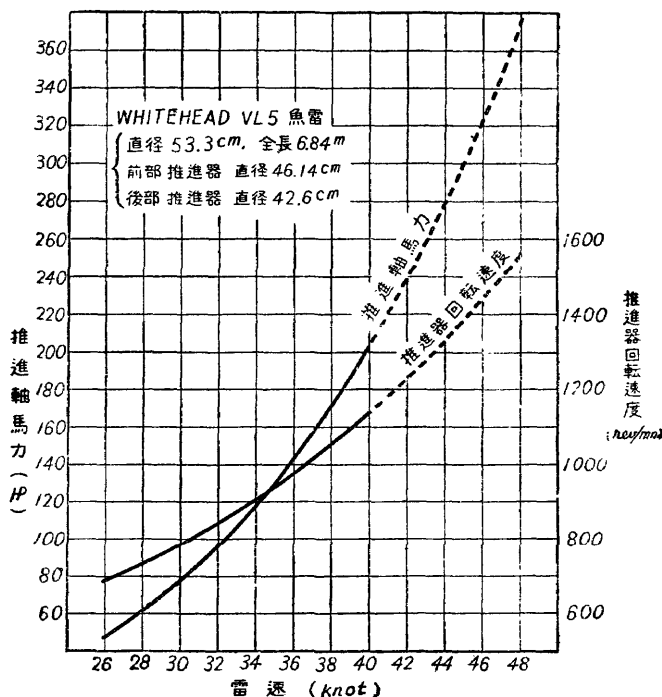
(1) M. Laubenf et H. Stroh :- Sous-marins Torpilles et Mines, p 629, p. 662

(2) H. Stroh :- Mines et Torpilles 1924 p. 96

(3) F. M. Leavitt :- Power Consumed in Propelling the Whitehead Torpedo at Various Speeds.

Trans. of the Soc. of Naval Architects and Marine Engineers. 1901.

(4) 大井上 博 :- 所要馬力の推定並に推進器の計畫 (昭和3年)



第 24 図 ホワイトヘッド VL5 魚雷の推進軸馬力

2.2 高圧空気膨脹時の仕事量

所謂冷走魚雷は高圧空気膨脹のエネルギーのみを動源としたものであり、又、吾人が日常取扱ふ高圧空気の力強い作用等より推して、その膨脹時の仕事量は著しく大なる様に想像される。

然しながら、今

T_1 = 氣室内空氣の溫度

$\approx 288^\circ\text{C abs.}$

R = ガス常數

= 29.27 (空氣の場合)

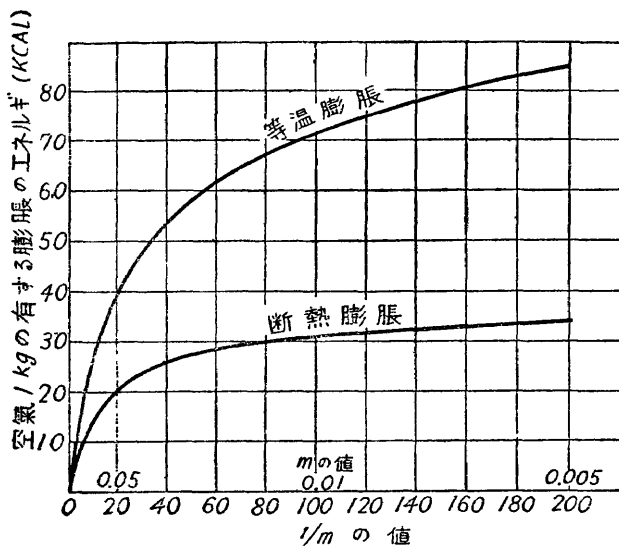
γ = 斷熱指數

= 1.406 (空氣の場合)

m = 殘氣壓力/裝氣壓

と假定し、重量 1 kg の高壓空氣が膨脹の際になし得る仕事量を計算して見ると第 25 圖の如くなる。⁽¹⁾

氣室内の空氣は魚雷航走中海水より熱を吸収し、寧ろ等溫膨脹に近い變化をする。而して、裝氣壓力 221kg/cm² abs.、殘氣 11kg/cm² abs.



第 25 圖 高壓空氣膨脹のエネルギー

と云ふ様な極端な場合を考へても $m = 11/221 = 0.05$ であり、膨脹のエネルギーは 1 kg の高壓空氣に對して高々 40 kcal に過ぎない。

(1) 大井上 博 :- 長距離魚雷の研究 昭和 6 年

第5表 高圧空気膨張のエネルギー及び燃料発熱量の比較

燃料の種類	低発熱量 H (kcal)	空気対燃料重量比 K	混合ガス 1kg の低発熱量 (kcal)	$\frac{40}{K+1} H$
ガソリン (aromatic free petrol)	10 250	14.3	670	6 %
95vol% エタノール アルコール	6 000	8.4	640	6.3 %
ベンゼン	9 600	13.2	680	5.9 %
軽油	10 600	14.2	—	—

一方、各種燃料 1 kg の完全燃焼により発生する熱量は第5表の如くである。即ち、魚雷に於ける高圧空気膨張のエネルギーは、その空気を使用して燃料を燃焼せしめた場合に発生するエネルギーの 6% 程度に過ぎず、氣室は單なる空気貯藏室と考へればよいのである。然しながら、魚雷用發動機に於ては貯藏空気の高圧と云ふ特徴を利用して管類の大きさを小さくするとか、過給を行ふとか、或は又サーボ・モートルを作動せしめる等適切なる設計を行つてゐるのである。

2.3 魚雷航走能力の算式

魚雷の射程が發動機の性質並にその作動状態により如何に變化するかを總括的に研究してみよう。

今 L = 射程 (m)

V = 雷速 (knot) (1 knot = 1851 m/h)

T = 航走時間 (sec)

とすれば

$$L = \frac{1854}{3600} \times VT = 0.515 VT \dots \dots \dots (6)$$

次に

C = 毎時毎推進軸馬力に對する消費空氣重量 (kg)

P = 雷速 V に對する推進軸馬力 (HP)

A = 裝氣重量 (kg)

m = 氣室貯藏空氣の利用率

とする。前節に述べた様に氣室は單なる空氣の貯藏器と考へ得る故

$$T = 3600 \times \frac{mA}{C P} \dots\dots\dots (7)$$

これを式 (6) に代入すれば

$$L = 1854 \times \frac{mAV}{C P} \dots\dots\dots (8)$$

となる。魚雷に於ける所要推進軸馬力と雷速との關係は既述の様に

$$P = a V^n \dots\dots\dots (5)$$

なる實驗式で與へられる。同式中の a, n は同一型の魚雷に對しては一定であり、發動機の種類には先づ無關係と考へて差支へない。式 (5)

を式 (8) に代入し

$$L = 1854 \times \frac{mA}{C a} V^{-(n-1)} \dots\dots\dots (9)$$

更に又、

K = 空氣對燃料重量比

F = 毎時毎推進軸馬力に對する消費燃料重量 (kg)

H = 燃料 1 kg の低發生熱量 (kcal)

E = 發動機の正味熱効率

とすれば

$$C = K F = K \frac{632}{E H} \dots\dots\dots (10)$$

$$(1 \text{ HP} = 632 \text{ kcal})$$

式 (10) を式 (9) に代入し

$$L = 2.934 \times \frac{E H}{K} m A \frac{1}{a V^{n-1}} \dots\dots\dots (11)$$

次に

$$\begin{aligned}\theta &= \text{發動機に毎秒 } 1 \text{ kg 宛空気を供給した場合の發生推進軸馬力} \\ &= \text{正味空氣效率} \\ &= 1 / \frac{C}{3600} \dots\dots\dots (12)\end{aligned}$$

式 (10) 及び式 (12) より

$$\frac{E H}{K} = \frac{632}{3600} \theta = 0.176 \theta \dots\dots\dots (13)$$

式 (13) を式 (11) に代入して整理すれば

$$\begin{aligned}L &= 2.934 \times 0.176 \times \theta \text{ m A } \frac{1}{a V^{n-1}} \\ &= 0.515 \times \theta \text{ m A } \frac{1}{V^{n-1}} \dots\dots\dots (14)\end{aligned}$$

式 (11) 及び式 (14) を整理すれば、結局

$$\begin{aligned}L V^{n-1} &= 2.934 \times \frac{A}{a} \times \left(m \frac{E H}{K} \right) \\ &= 0.515 \times \frac{A}{a} \times (m \theta) \quad \left. \vphantom{\frac{A}{a}} \right\} \dots\dots\dots (15)\end{aligned}$$

となる。この式はとりもなほさず魚雷の推進に消費される正味の仕事量を表はすものである。

扱、式 (15) を見るに左邊は射程及び雷速を表はす項が $(L V^{n-1})$ なる積の形で存在し、 n は勿論 1 より大なる數値である。而して、右邊は裝氣重量 A 、推進抵抗に關する定數 a の如き魚雷の計畫に依る項及び貯藏空氣の利用率 m 、正味熱效率 E 、燃料發熱量 H 、空氣對燃料重量比 K の様な發動機の性質並びにその作動狀態に關する項の積より成つてゐる。

魚雷としては射程 L 及び雷速 V 、從て、 $(L V^{n-1})$ なる積が可及的に大なる事を要し、換言すれば 式 (15) の左邊は魚雷に對する戰術上の要求を表はすものと見做す事が出来る。一方、右邊は斯くの如き

(1) 本式は故海軍機關少佐 榊本重一氏の導いたものである。

要求を充たすために魚雷として具備せねばならぬ所の技術的諸條件を示すのである。

一般に、與へられたる或る一つの魚雷に於ては、式(15)の右邊の數値は雷速及び射程によつて餘り著しくは變化せぬ故、雷速 V が増大すれば射程 L が減少するのは止むを得ぬ所である。而して、最高雷速は裝備發動機の發生し得る最大出力如何により制限されるが、 $(L \cdot V^{n-1})$ なる數値の實在する雷速若しくは射程の範圍内に於ては、射程を増すべき手段も雷速を増すべき手段もこれを技術的に考へるならば共に式(15)の右邊を大ならしめる事により、その目的を達し得るのである。

従て、魚雷航走性能の向上に對しては、これ等の點につき積極的な研究が續けられてゐるのである。

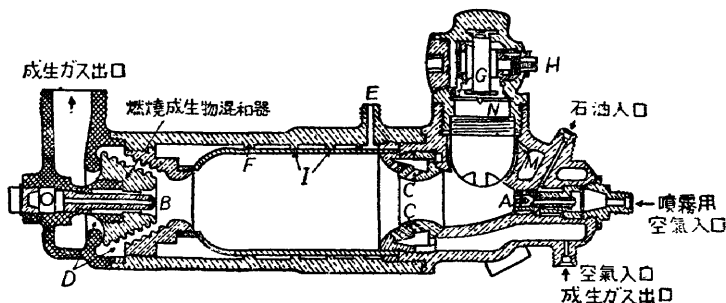
第3章 發 動 機

魚雷に於ては 2・1 にも述べた様に狭い圓筒形の場積内に大馬力の機關を裝備せねばならぬのであり、直径 53.3 cm の魚雷に於て雷速 48 knot を實現するためには實に 380 HP と云ふ様な高出力の機關を必要とするのである。

このためには、魚雷用として獨特の發達を遂げた二サイクル式の所謂、噴水加熱式機關が最も廣く用ひられてゐる。これは、加熱裝置内で燃料油の燃焼並に清水の噴射により、適度の高温高壓ガスを發生させ、同ガスにより作動せしめられる所の一種の蒸氣機關類似の發動機なのである。

3・1 加 熱 装 置

3・1・1 噴水加熱裝置



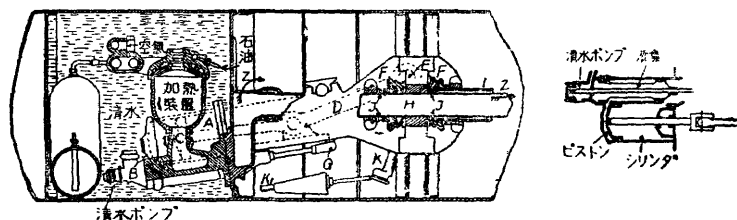
第 26 圖 ドイツ魚雷噴水加熱裝置

- | | |
|-------------|--------------|
| A … 石油噴霧器 | F …… ニッケル製内筒 |
| B …… 清水噴霧器 | G …… 撃 |
| C …… 空氣噴出口 | H …… 撃發裝置 |
| D …… 成生ガス出口 | N …… 點火藥莢室 |
| E …… 清水入口 | |

加熱装置としては種々の構造のものが考案されてゐるが、ドイツ魚雷に於ける一例を示せば第 26 圖の如くである。

燃料たる石油は軸方向に設けられた噴霧器 A より噴射されるが、本装置は所謂空気噴射式なるため十分霧化され逐次燃焼する。一方、清水は加熱装置二重壁内の案内用仕切板 I の周りを循環豫熱され、放射状に配置された噴孔を有する噴霧器 B より燃焼ガスの方に向け噴射され、直ちに蒸發する。而して、成生ガスは加熱装置出口の混和器部に於て十分混和し發動機に供給される。燃料噴霧器及び點火用藥莢は容易に取外し得る様になつており、調和壓力即ち供給空氣壓力に應じて燃料及び清水噴射量を加減するためのコックも設けられてゐる。

加熱装置並に機關のシリンダ部を第 27 圖に示す様に前部浮室の清



第 27 圖 初期の 2 氣筒複動機關

- | | |
|----------------|-----------------------------------|
| A シリンダ | H 後部推進器軸 |
| B 滑弁 | I 前部推進器軸 |
| C ピストン | J 推力受 |
| D 連桿 | K 潤滑油ポンプ |
| E クランク軸 | K ₁ クランク室部潤滑油吸入口 |
| F 齒車裝置 | Z 排氣出口 |
| G 滑弁傳動裝置 | |

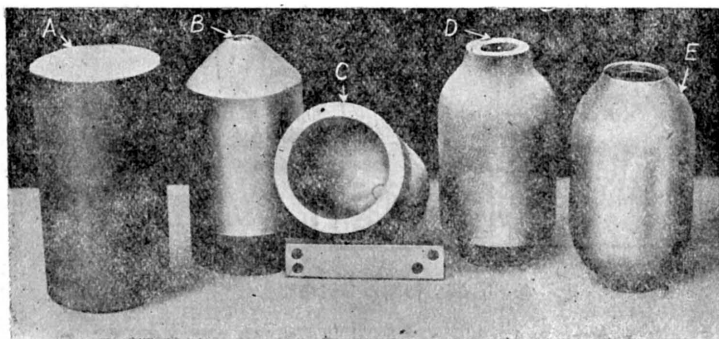
水中に浸して清水を豫熱し、以て熱効率の向上を計る様にしたものもあるが、加熱程度の高い近代魚雷に於ては清水消耗時にもシリンダ外面の冷却を廢する事は出來ず、第 7 圖に示した様に加熱装置や發動機

を海水中に曝らして十分冷却する様にしたものが多い。

加熱装置の容量は 53.3 cm 魚雷用のものでは 31 前後である。

尙、燃焼ガスの流出速度は非常に大で、重力の影響は無視し得る故加熱装置は配置の都合では縦にしても横にしても差支ない。

現今の魚雷に於ては空気壓力を利用して燃料、清水、潤滑油等を加熱装置又は發動機の所要個所に供給する様にしたものが多い。従て、これ等液體類の容器は主調和壓力程度の高壓に堪へる事を要し、一般には丈夫な眞鍮製の圓筒状又は球形のものを用ひ、小形の容器は青銅鑄物で作るが、稀には第 28 圖に示す様に氣室と同様の方法並に材料で作る事もある。



第 28 圖 油槽の製造工程

(上、下二つの部分より成り胴の部分を螺旋式として一體に構成する)

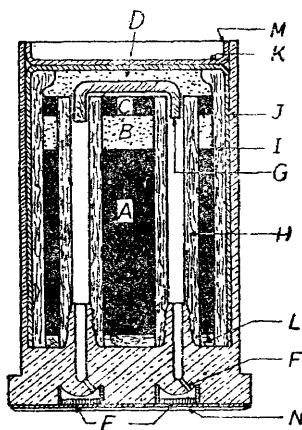
而して、作動空氣壓力の 2 倍の壓力で氣密試験をしたものを用ひる。
尙、清水及び燃料の容器類は、魚雷航走中に於て壓送用の空氣が混入し流出の途切れる事等のない様に配置せねばならぬ。

燃料を清水の一部で押出す様にし、清水が途切れても加熱溫度の異常に高まる事のない様にしたものもある。

簡単なポンプにより清水の代りに外界の海水を加熱装置に供給し、魚雷の全備重量並に場積を節減し、性能の向上を計る案は繰返し試みられ、が、鹽分の析出により發動機の機能を害するので成功するに至つてゐない。然し、別個の清水罐の代りに魚雷外皮内の一區劃を用ひ、ポンプにより清水を供給して多少とも重量を節減する様な計畫は多くの魚雷に採用されており、第7圖及び第27圖等に示したものはその一例である。

3-1-2 點火装置

加熱装置を作動せしめるには、藥莢により點火せねばならぬ。藥莢に取付けた雷管が撃發されると、火藥は爆發する事なしに漸次燃焼し、



第29圖 ドイツ魚雷の點火用藥莢

A, B, C, D……それぞれ成分を異にする黑色火藥, E……雷管,
F……火焰孔(0.5φのもの2個), G……導火索, H……紙製
導火筒, I……紙製筒, J……石綿, K……錫蓋, L……耐火石,
M……半田, N……箔

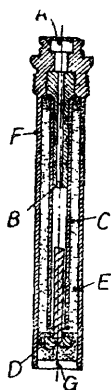
加熱装置内に噴霧された燃料に着火燃焼を起させる様になつてゐる。點火装置の一例を示せば第 29 圖の如くである。これでは、雷管 E が打撃により發火し、その火焰は導火筒 H の中を通つて導火索 G に點火し、黑色火薬 D, C, B, A 等に燃え移り、錫蓋 K を破つて噴霧燃料に點火する。雷管 E を打つには、壓搾空氣により作動せしめられる撃鐵を用ひる。その時期が早過ぎると噴霧が十分調子よく出ない内に點火薬莢の火焰が盡きる事になるから、早過ぎない様にする事と、一方、薬莢内の火薬が緩に燃える事が必要である。従て、上記點火装置の火薬は下の様な成分のものを用ひてゐる。

第 6 表 點火装置火薬の配合

名 稱	硝 石	硫 黄	炭 素	セラック又は ゴム脂
A	58	28	2.5	11.5
B	64	27	3	6
C	63	28	2	7
D	80	5	15	—

仕損じの場合に應ずる様、圖の薬莢では雷管を 2 個備へてゐるが、第 30 圖に示す様な簡単な構造の薬莢を 2 個備へた加熱装置も多い。

薬莢は既述の例に於ける様に壓搾空氣により打おろされる撃鐵により、若しくは、固定尖頭に向つて薬莢自體が打付けられる事により撃發される。この外空氣壓力又は發動機の回轉を利用して壓縮されてゐるばねを外し、撃發せしめる様なものもある。この式では最初魚雷を冷走させ、或時間後に熱走に移す事も出来る。即ち、液體類の循環状態が一樣になる迄は點火を遅らし、いきなり全力で發射し無理を生ずる事を避けるのである。凡ての點火装置は類似の運動装置を有する



第 30 圖 點 火 用 藥 莢

- A……雷管 B……金屬製導火筒 C……紙製導火筒
D……導火索 E……點火用火藥 F……藥莢外筒 G……蓋

が，壓搾空氣若しくは油壓利用の運動裝置に於てはその加減し得る時間も極く短く，且，不安定である。従て，最近の魚雷では機械的點火運動裝置の方が主に用ひられてゐる。尙，水上發射管使用の場合には魚雷の下方に水受板（下方發動板とも云ふ）を設け，魚雷が水面に落下した際の衝撃により加熱裝置に點火する様にしたものも多い。發射管内に於ては水受板が作動せぬ様な仕掛けになつてゐる事は勿論である。而して，何等かの事故で水の衝撃が作用しなかつた場合にも，運動裝置の作用によつて或時間後には水受板の桿に空氣壓力が作用して魚雷を熱走せしめる様な二段構への裝置も用ひられてゐる。

要するに魚雷の發射に際しては，普通

- (1) 水中に入る迄は主空氣通路は閉ぢるか又は極く僅か開いておく。
- (2) 水中に入るや否や主空氣通路を全開し，同時に藥莢により加熱裝置に點火する。

と云ふ方法がとられるのである。但、高速魚雷に於ては發射後雷速が一定する迄の加速期間の大小が平均雷速に大きな影響を及ぼすから、可及的速かに熱走せしめる様にすべきである。

3-1-3 加熱装置の調整

魚雷用噴水加熱式機關の燃料としては既に述べた様に普通の石油即ち燈油が多く用ひられてゐる。加熱及び蒸發の程度は

石油/空氣 及び 清水/石油

なる二つの重量比により加減されるのであり、雷速に應じて前者は 0.15~0.04 後者は 3.5~7 位の範圍の値を採る。魚雷に於ける消耗品中最も大切なのは氣室内の貯藏空氣であり、多少燃料を濃目にして空氣中の酸素を十分利用し盡す様に調整せねばならぬ。

従て、多く用ひられるのは

石油/空氣 = 0.07

清水/石油 = 5.5

程度の場合である。

清水は燃燒成生ガスの溫度を緩和し、發動機シリンダ構成材料たる磷青銅(錫 14% 程度含有)の強度の餘り低下せぬ範圍に止めるのであり、シリンダ入口に於けるガスの溫度は普通 500°C 程度である。然し、最近の魚雷、例へば第7圖に示した2氣筒機關裝備のものに於ては加熱溫度を 700°C 近く迄高めて熱効率の向上を計つてゐる。

魚雷用潤滑油としては普通の條件即ち乾性ならず且 250°C 位迄は引火せざる事、材質を害はざる事等の外、寒冷時にも凝固せざる事と云ふ條件が必要である。

噴水加熱式機關に於ては炭化の程度並に溫度による粘さの變化程度

<http://navgunschl.sakura.ne.jp/>

等も少いと云ふ點で植物性油、例へば、^{シコンメ}白絞油そのまゝ又はこれと鱈油を混ぜたもの等が用ひられ、フランスでは同様の意味で^{ヒマシ}蓖麻子油を用ひてゐる。

魚雷用發動機的能力は或程度迄毎時毎馬力當りの消費空氣重量の大小を以つて比較する事が出来るが、現今の噴水加熱式魚雷に於けるこの値は約 6 kg 程度が標準になつてゐる。尙、2・3 に述べた様に毎秒 1 kg の割合に空氣を供給した時に發生すべき假想の馬力數を空氣效率と名付け、この値を以つて發動機の性能を比較する事もある。上記毎時毎馬力當りの空氣消費率 6 kg と云ふ數字は空氣效率に換算すると 600 になる。

アルコールは不完全燃焼しても固形殘滓を生ぜず、且、適當に水分を含み特に清水を搭載せずともよいのでフランス海軍の魚雷に採用されてゐる。尤も、發熱量は石油の場合の約半分故多量に供給せねばならぬ。既述の直径 55 cm の魚雷に於てはアルコール 80 l を搭載し、發動機入口に於けるガスの溫度は 400°C、而して、毎時毎馬力當りの空氣消費量は 5 kg、即ち、空氣效率は 720 に達すると發表してゐる。この値は著者の經驗より判斷するに多少割引して考へる必要がある。

加熱装置内に於ける燃焼に就ては種々の研究が行はれてゐるが、空氣 16 kg、燃料 1 kg より生ずる成生物の大氣壓、500°C に於ける容積は約 64 000 l 程度と推定して設計上の諸計算を行へばよい。⁽¹⁾

魚雷に於ては排氣を後方に吐出すのであり、その際の jet reaction も極く僅かではあるが推進に役立つ理である。尤も、その割合は高々

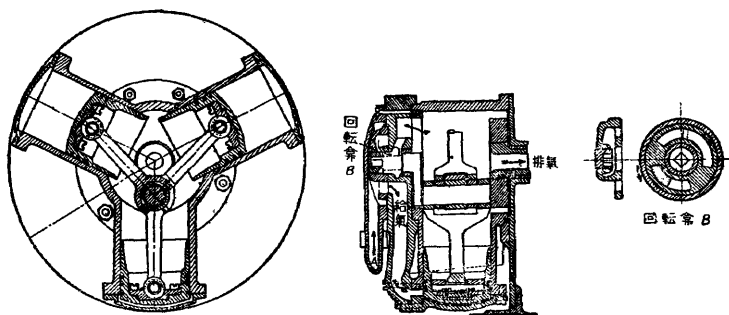
(1) M. Laubeuf et H. Stroh :- Sous-marins Torpilles et Mines.

全推進軸馬力の 0.1 % と云ふ程度である。

3.2 噴水加熱式機関

3.2.1 星型3気筒圧搾空気式機関

初期の魚雷に使用されたブラザーフッド星型3気筒圧搾空気式機関の構造は第31圖の如くである。

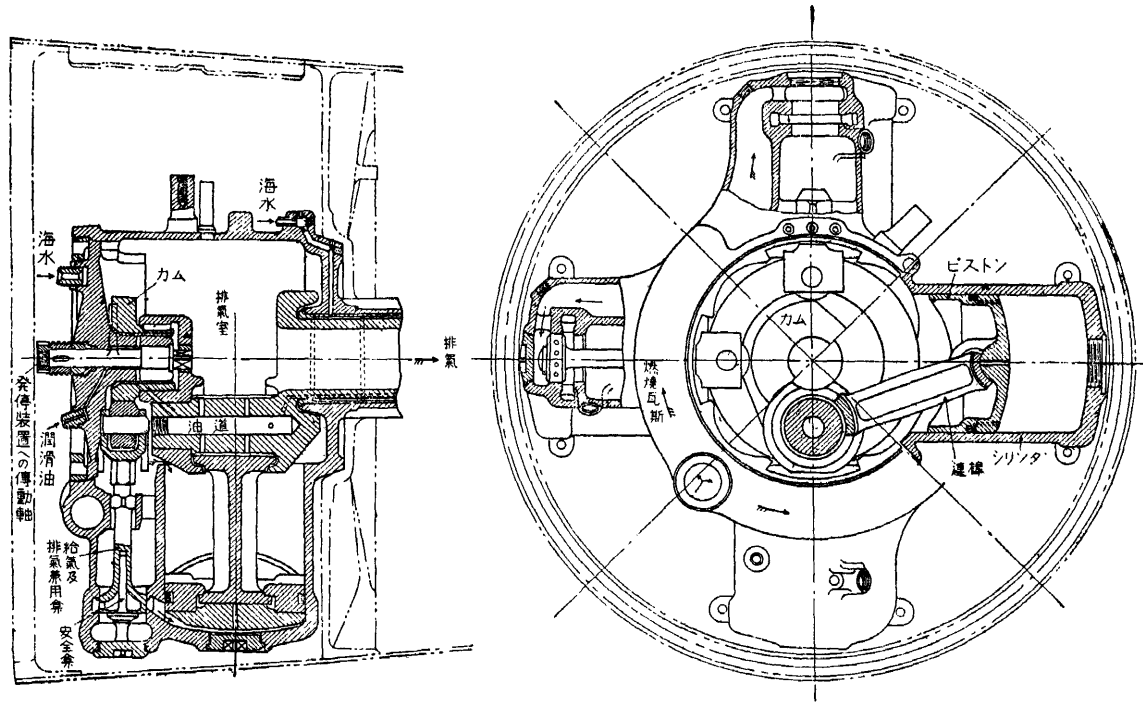


第31圖 ブラザーフッド星型3気筒圧搾空気式機関

気室内高圧空気が調和器により適當に減壓されてAに導かれる。而して、各気筒に共通な回転弁Bによつて適宜給氣又は排氣されるのである。

3.2.2 星型4気筒機関

次いで、出力を増し、且、斷氣を早めて空氣效率を高めるため星型4気筒圧搾空氣式機関が採用される様になつた。而して、噴水加熱裝置が發明され熱機関となるに及んでも依然として舊型を踏襲し、現在に於ても廣く各國で採用されてゐるのである。その構造は大略第32圖に示す如くであり、機關本體の外觀は第33圖の如くである。



第 32 圖 星型 4 氣筒機關の構造



第33圖 星型4気筒機関の外観

ホワイトヘッド 53.3 cm 魚雷の星型4気筒機関は内径 114.8 mm, 行程 111.7 mm, 断気(cut off)は行程の 50 %, 而して, 最高速度に對應する調和空氣壓力は 40 kg/cm² に達するのである。

又, 直径 45 cm の魚雷に於けるこの式機関は内径 94 mm, 行程 90 mm で最大出力 160 HP を發生し, 而も, 機関本體の重量はシリンダが鑄青銅鑄物なるにも拘らず僅か 60 kg 程度に過ぎぬのである。

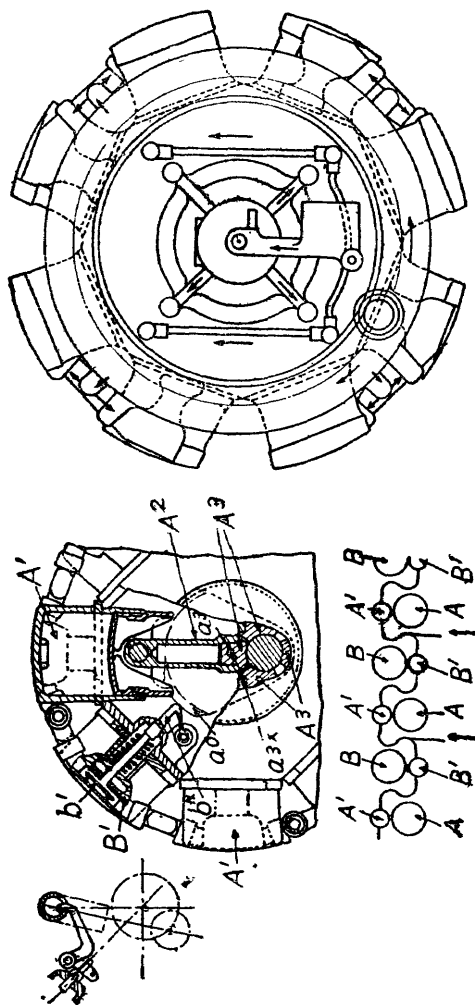
然し, 斯る星型の設計では發動機の寸法も魚雷外径に制限れさ, 出力増加に對しては調和壓力を高め作動壓力の増加を計るの外ないが, 調和壓力を高めると残氣が増し, 航続距離が減少するのは免れない。尙, この式機関の正味熱效率は 15% 餘である。

3-2-3 二列星型8気筒機関

1926年に至りイギリス^{ジョーンズ}ホワイトヘッド會社の技師長 A. E. Jones は出力並に空氣效率の向上を計るために前記の如き4気筒機関2組を 45° の位相に重ね合せた様な二列星型8気筒機関を計畫した。⁽¹⁾ 斯くす

(1) 火兵學會誌 第20卷第2號(大正15年11月)

れば釣合も良好になり、残気圧力を低下し得る等の利益もある。その構造は第34圖に略示する如くである。



第34圖 二列星型8気筒機関の外観並に主要部構造

3-2-4 横型2気筒複動機関

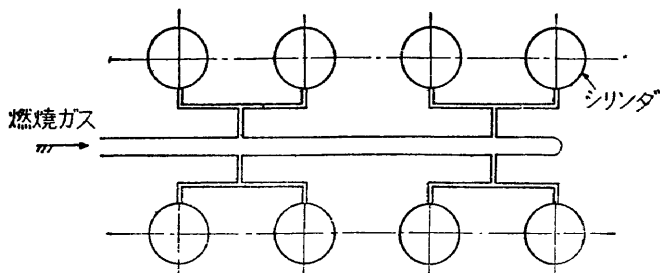
星型機関に於ては既述の様に魚雷直徑並に動的平衡等に制限され、出力増加の餘地も少いたため、フューメのホワイトヘッド會社に於ては1909年に至り氣筒を横型に配置し、複動式とし、ピストン行程を延長して出力の増加を計ると云ふ案をたてた。而して、實驗の結果行程の増加に伴ひ空氣効率も良好となる事が證明された。然しながら、全體としての重量が過大なるため1912年に至り機關室を水密にして清水室に兼用し、發動機の餘熱を利用して清水を豫熱し、且、滑弁桿の前端に設けた2個の單動往復ポンプにより清水を加熱室に噴射する様にした。構造の要は第27圖に示した通りであるが、ポンプ及び清水量調整裝置の故障が多く、且、發動機の作動中に煤が清水室内に浸入する等の缺點もあつた。

然し、驅水頭部の進歩に連れて負浮量を考慮せずともよくなつたので、イギリスのホワイトヘッド會社に於ては別個の清水室を設け、空氣壓力で清水を加熱裝置に噴射せしめる等種々改良を加へたため、近年高速魚雷用發動機として復活し、各國で採用されるに至つた。本發動機裝備の魚雷全體構造は第7圖に掲げた通りである。

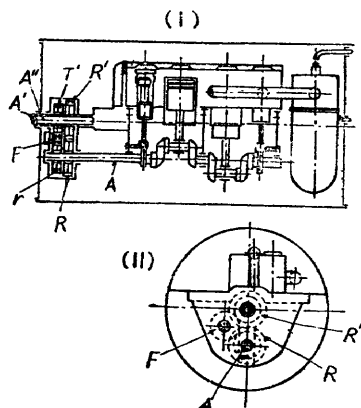
3-2-5 イタリアー8氣筒機関

以上述べた諸機関は何れも二サイクル式で、排氣はクランク室内に吐出され、主軸中空部を経て體外に排出される様になつてゐる。これは構造は簡單であるが、主要運動部の潤滑も困難で、ピストンその他の磨耗も早い等の缺點は免れない。

イタリア ナボリの ^{シルヴィオイタ} Silurificio Italiano ^{イタリアーノ} 魚雷會社では 1927 年に至り堅型 4 気筒機関を 2 臺並置した様な構造の第 35 圖に略示する様な噴水加熱式機関を設計した。これでは 2 本のクランク軸は互に逆回転する様な設計になつてゐる。第 36 圖には堅型 4 気筒機関の場合の配



第 35 圖 イタリア 8 気筒機関の略圖



第 36 圖 イタリア 魚雷に於ける傳動裝置部の一例

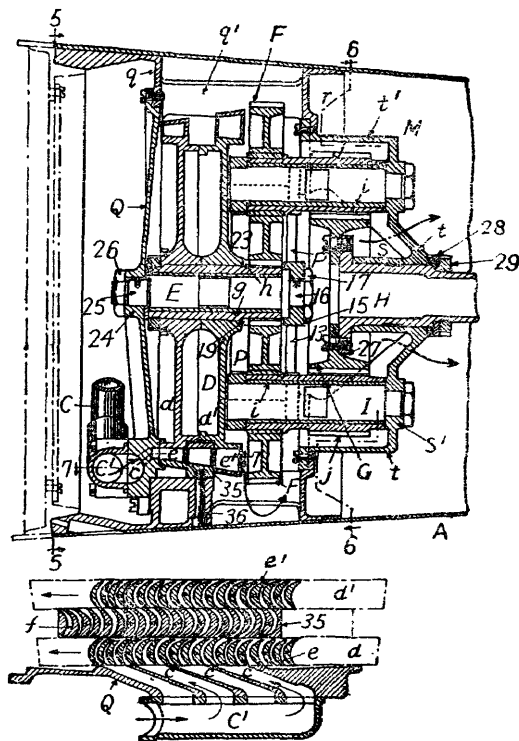
置を掲げたが、8 気筒機関に於ても適當な齒車裝置を介して前、後兩推進器を互に逆回転せしめるのである。⁽¹⁾

(1) 火兵學會誌 第 21 卷第 2 號 (昭和 2 年 10 月) p. 142

但、本機関は構造複雑、且齒車裝置部等の機械損失も多いのでその後研究も中絶するに至つた。

3.3 タービン

比較的小形で而も大馬力を發生し相當の高熱にも耐へる等の諸點よりして、高速魚雷用發動機としてタービン式機關の有利な事は誰しも認める所である。尙、



第 37 圖 フリス式魚雷に於けるカーチス・タービン

- (1) 往復機関に比して簡單，耐久力大，且，効率良好
- (2) 常に給氣状態となりおる故，加熱装置内に急激なる壓力の増加を來たす事がない。
- (3) 振動が少い。

等の特長がある。

リーピットが1902年初めて魚雷に於ける使用空氣の加熱と云ふ事に着想し，且，斯く熱機関となる以上は魚雷用發動機も根本的に計畫を變更せねばならぬと主張したのは炯眼の至りである。

第37圖は1904年にリーピットが採用した^{カーチス}^{タービン} Curtis turbine の略圖である。⁽¹⁾

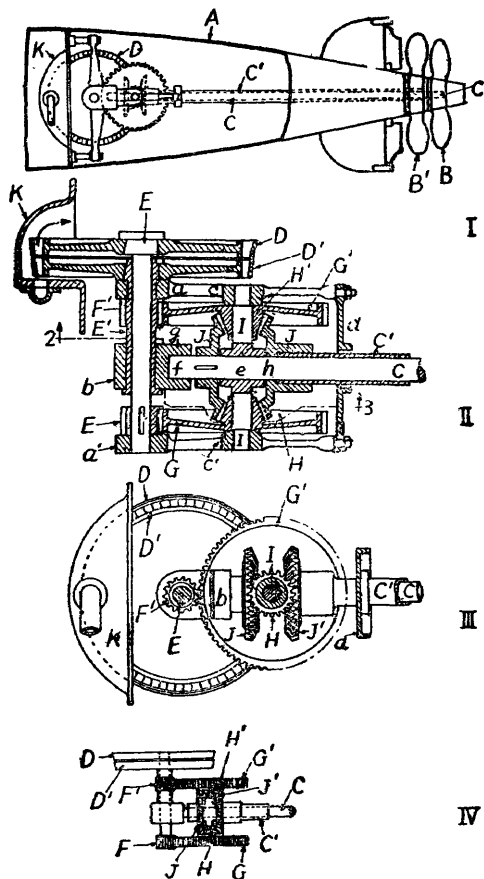
但，タービンの2枚の羽根車の回轉方向が同一なるため gyroscopic action を生じ，進行状態は却つて不良であつた。

次いで，1907年には固定翼を廢して2枚の羽根車を互に逆回轉せしめる様にし，爾來これに改良を加へ，毎時毎馬力當りの空氣消費量6.5 kg 即ち空氣效率550と云ふかなり良好な成績を擧げるに至つた。その構造は第38圖Ⅱに示す如くで，羽根車D，D'の回轉はそれぞれ齒車H及びH'傘齒車J，J'より前部推進器軸C'及び後部推進器軸Cに傳動される。斯く傘齒車部を介する事により兩羽根車の回轉を同一に保つ事が出来る。尙，これ等2枚の羽根車は圖のⅠ及びⅢに見える様に水平面内に於て回轉してゐるのである。

スウェーデン海軍に於ても，第一次歐洲大戰後魚雷用として，小形の^{スタール}^{タービン} Stal turbine に就き研究を行つたが，これは成功するに至らなかつ

(1) Automobile torpedo. Patent No. 748759, Jan. 15, 1904

Edward F. Chandler :- The Modern Automobile Torpedo. Scientific American, Aug. 7, 1915.



第 38 圖 プリス式タービン魚雷の主要部

た。タービン魚雷に於ては

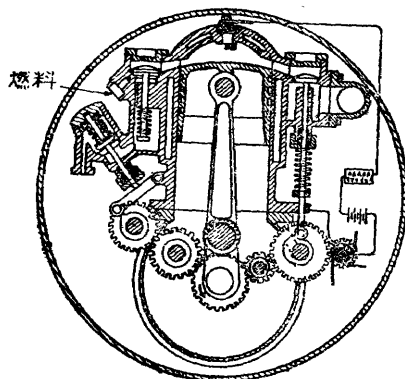
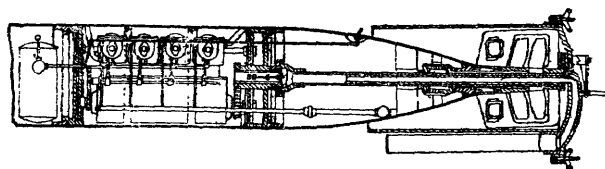
- (1) 配管，補助装置の配置等の關係上常識的に考へる程には場積の利用が出来ない。
- (2) 減速装置の構造複雑なるため，同部の機械損失が比較的多い。
- (3) 發射直後の加温期間に於いて周邊よりの漏氣が多い。

- (4) 深々度發射の際に背壓の影響が大である。
- (5) 燃燒成生物中の煤を恐れるため加熱裝置に於ては空氣對燃料重量比を大にし、完全燃燒を行はせる様に調整せねばならぬ。従て、空氣效率も餘り高められない。
- (6) 低力になるに従ひその熱效率が急激に低下する。

等の諸理由よりして、更に空氣效率の向上を計る事は先づ困難と謂はねばならず、アメリカ海軍以外には實用されておらぬ様である。

3・4 内 燃 機 關

魚雷用發動機として内燃機關を使用すると云ふ考は、自動車、自動



第 39 圖 Shonnard 特許の魚雷用内燃機關

艇，飛行機等の発動機より推して，機械學に興味を有する人の誰しも思付く所である。而して，ブリス會社の技師長 H. W. Shonard^{シヨナード} は，1908年 に第39圖に示す様な四サイクル堅型4氣筒のガソリン機關を魚雷に裝備し，發射管内に於て豫め起動し置き，海中に射入後初めて規定馬力に達せしめると云ふ特許を採つてゐる。

同氏は 1912 年更に筒型 (axial type) の 3 氣筒複動内燃機關を考案した。これと略同様なものに Henri Royer^{ヘンリー ロイヤー} の特許がある。但，Edward F. Chandler^{エドワード F. チャンドラー} は『爆發性の混合氣を吸氣行程毎に正しく供給する事は非常に困難であり，且，空氣の溫度並に壓力の變化は内燃機關を以て魚雷を推進する事に對する大障害である。』と述べてゐる。¹⁾

これを要するに實際問題としては諸種の困難が伴ふため世界何れの國においても未だ内燃機魚雷の實用されてゐる事を聞かぬのである。

魚雷の航走能力を増加するには，2・3の航走能力特性式(15)よりして明らかな様に，先づ搭載空氣重量，從て，酸素量を増加する事が考へられる。裝氣壓力は現今の魚雷に於ては $200 \sim 220 \text{ kg/cm}^2$ 程度に達してゐるが，氣室材質，肉厚の點並に裝氣用高壓空氣ポンプ能力等の關係よりして，更に又，發射時に於ける魚雷負浮量の限度等の問題に制限され，これ以上高める事は困難な様である。

それで，次には氣室内貯藏空氣の利用率 m の値を向上せしめる様，即ち，氣室内殘留空氣壓力を低下せしめる様研究の必要が起る。星型4氣筒噴水加熱式機關裝備の 53.3 cm 魚雷に於ける m の値を調べて見るに第7表の様な程度であり，高速發射に於ては貯藏空氣の 20% 餘が未使用の儘氣室内に殘留するのである。

殘氣壓力を低下せしめるには，發動機の氣筒容積を増し，作動ガス

(1) 既掲 Scientific American, Aug. 17, 1915

第 7 表 氣室内空氣の利用率（裝氣壓力 175kg/cm² の場合）

雷 速 (knot)	26.6	31.7	36.6
推進軸馬力 (HP)	54.3	100.2	154.4
第二段調和器即ち供給空氣壓力 (kg/cm ²)	15.6	22.0	31.5
殘氣壓力 P_r (kg/cm ²)	22	27	35
$m = 1 - \frac{P_r}{175}$	0.87	0.85	0.80

壓力を可及的に低下せしめる方がよい。然しながら、魚雷に於ては裝備場積の關係上氣筒容積も自ら制限される事は既述の通りである。尙又、作動壓力が低いと航走中の背壓の影響も大であり、且、ガスの膨脹比も小さくなり、正味空氣效率上不利である。即ち、氣筒容積、氣筒數並に斷氣の間には最適の關係値が存在する理である。然しながら命中の正確と云ふ點よりして魚雷用發動機に於ては航走中推進軸馬力の不變と云ふ事が最も必要であり、在來の噴水加熱式機關に於ける殘氣壓力は調和器壓力よりも約 10% 餘大なる事を要し、如何に理想的の狀態に於ても同壓力を發動機の作動壓力以下に下げる事は出來ず、結局、第 7 表掲載の如き實績となつてゐる次第である。

斯く考へる時には、效率その他に影響を及ぼす事なしに m を大ならしめるには低壓の空氣を吸入し、而も、爆發若しくは燃焼により高壓を發生する所の内燃機關を採用する事が有望との結論に達する。而して、この場合には發動機とは殆んど無關係に唯、操舵系統に必要な程度迄殘氣壓力を低下せしめ得るのである。

次に、在來の魚雷に於ける空氣效率 θ の値としては、既に述べた様に、600 乃至 720 と云ふ様な數値が發表されてゐる。然らば、内燃機關に於ける θ の値は如何程であらうか？

この値は普通のガソリン機関でも1000以上に達するのであり、熱効率の高い内燃機関が、この點で噴水加熱式機関に勝るのは當然である。

即ち、魚雷の航走能力は内燃機関の採用により著しく増加し得る目途があるが、狭い場積内に収まる様な高出力の機関を實現し得るや否やが問題である。これに對しては氣室内高壓空氣の利用により高度の過給を行ひ、或程度迄の高出力内燃機関の實現は可能である⁽¹⁾。然し、實際問題としては

- (1) 發動機は起動時より全荷重を受ける。
- (2) 魚雷本體內壓力變化の影響及び取付場所の關係よりして氣化器の使用は困難である。
- (3) 高壓縮比並に極度の過給に伴ふ異常爆發を避けるためにはガソリンの如き氣化容易な燃料を使用する事が出来ぬ。
- (4) 特殊の高過給發動機に適する如き磁石發電機並に點火栓の製作が困難である。
- (5) 水面下數米の深度に於て作動するため背壓が大である。
- (6) 魚雷用發動機としては航走中馬力の不變と云ふ事が必要であるが、高壓貯藏空氣を適當に減壓して供給する關係上その溫度は漸次下降し、且、絶對的の定壓を保ち難い。
- (7) 發射時の激動に耐へる様十分頑丈であり、且、縦舵機その他の精巧なる諸裝置に障害を及ぼさぬ様震動の小なる事が必要である。
- (8) 各部の荷重大、且、海水に觸れる部分多きため適當なる材質の選擇が困難である。

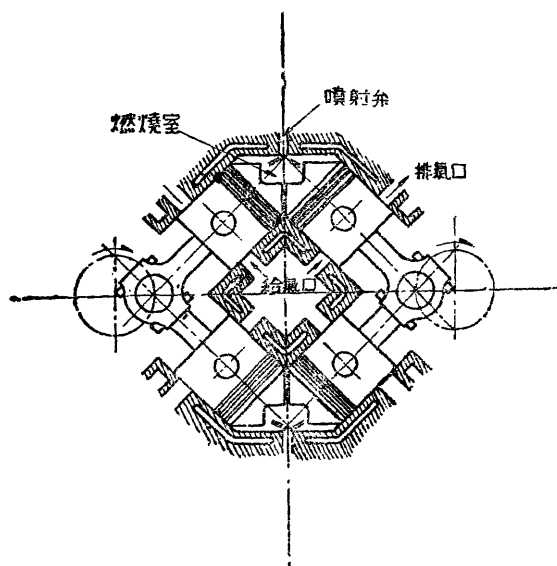
(1) 大井上 博 :- 長距離魚雷の研究 昭和6年

(9) 發動機の起動、停止等の諸作用を凡て自動的に行はしめねばならぬ。

(10) 戦時狹隘なる艦上にて兵員が取扱ふもの故、取扱並に調整が簡単でなければならぬ。

等幾多の問題がある。

然る所、高速ディーゼル機関の研究で世界的名聲を有するスキスの
ザウラー
 Saurer 社に於ては、1937 年頃より魚雷用として第 40 圖に略示する
 様な構造の二サイクル内燃機関に就て研究中である。



第 40 圖 Saurer 社製魚雷用發動機

これは 45 cm 魚雷用として内径 70 mm、行程 70 mm の要目を有し、ガソリン噴射電氣点火式及びディーゼル式の兩様に就き實驗中である。前者の方が成績良好で、正味平均有效壓力は 10 kg/cm^2 、燃料消

費率は 200 g/FP-h 程度の結果をあげ、過給程度を高める事により更に出力増加の^{手段}もある。而して、比較的高壓縮比なるため、機關が^過熱すれば電氣點火によらずとも作動を續け得るとの事である。

實驗成績より求めた空氣效率は出力 60～300 FP の範圍に於て 850～950 程度に達してゐる。

魚雷用としては假令所要出力の内燃機關が出来たとしても、電氣點火式の場合には艦内保管中に濕氣のため點火機能の低下は免れず、又、ディーゼル式では瞬間的の起動困難等の問題もあり、これが實用化に對しては前途尙多難である。然し、空氣效率の點で斷然在來の噴水加熱式機關に勝つてゐるのであり、内燃機關の採用により魚雷航走能力が更に飛躍的進歩を遂げん事を望む次第である。

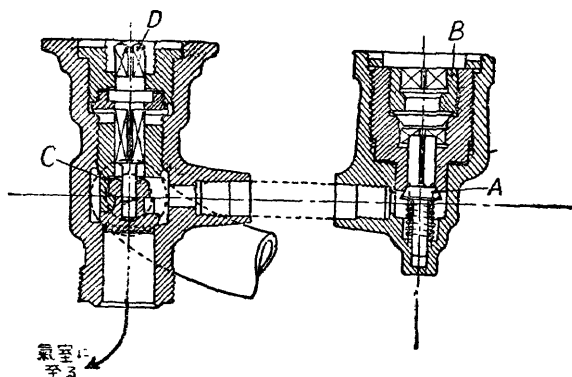
第4章 附屬諸装置

魚雷が発射されると、第6圖に於て、氣室内の高壓空氣は装、塞氣弁、發停装置を経、調和器部で一定壓力に調節されて加熱装置に入り、次いで機關を回轉する。而して、その排氣は主軸内中空部より後方に排出される。

尙、高壓空氣の一部は發停装置部より分岐して直接縦舵機轉輪を發動する。以下、氣室より加熱装置に至る中間に存在する諸装置につき述べよう。

4.1 装氣及び塞氣弁

装氣弁は氣室に空氣を填める際用ひる弁で、その構造は第41圖右



第41圖 装氣及び塞氣弁

側に示す如くである。弁Aは平常は下方より働くばね及び氣室側の空氣壓力により弁座に壓着され、氣密を保つてゐる。装氣の際には栓Bを取外し、氣蓄器よりの管の端部を螺込み、弁Aの頭を押付ける様に

して空気を送ればよい。Aは一種の逆止弁であり、装氣終了後管を取外しても自動的に閉まる様になつてゐる。

塞氣弁は氣室内空氣が他に漏れるのを防ぐための弁であり、このお蔭で氣室内の空氣を放出せずとも魚雷の後部を分解する事が出来、又、同弁を半開して僅かの空氣を流出せしめ、諸装置の検査をする事も可能なのである。

塞氣弁の構造は第41圖左側に示す如くであり、弁Cは栓Dを廻す事により閉める事も開く事も出来る様になつてゐる。而して、栓Dの角頭部にはスパナをねぢ込んでおき、魚雷を發射管に装填の場合には、同スパナがぬけ出して外れる迄栓Dを廻し、従て、塞氣弁を全開状態にせねば装填出来ぬ様な仕掛けになつてゐる。

装、塞氣弁は普通一體鑄造の框體に構成され、前部浮室上方に取付けられてゐる。

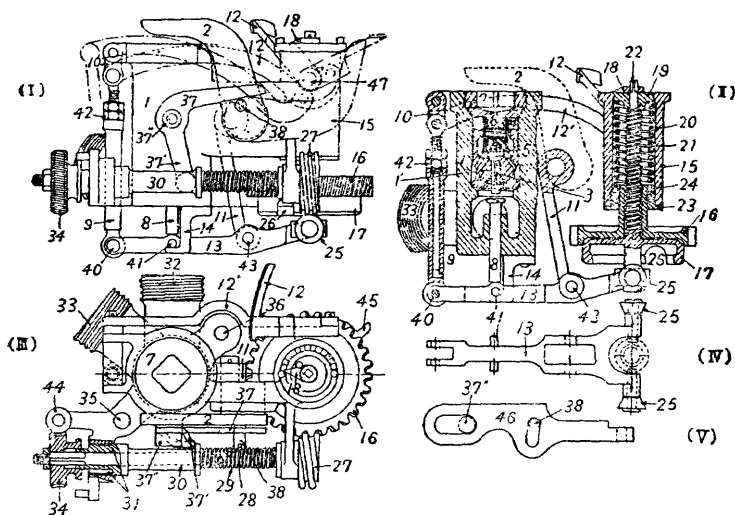
4.2 發 停 装 置

發停装置は名前の示す様に魚雷の發動並に自停作用を司るのみならず、停止後自沈せしめる等の作用をも營む謂はば魚雷に於ける腦髓ノウズイとも云ふべき装置である。

最も代表的なホワイトヘッド式發停装置の構造を示せば第42圖の如くである。圖の(I)は側面圖で左の方が魚雷頭部の方向になつてゐる。(II)はその縦斷面圖、(III)は平面圖である。

I 發 動

第6圖に於ける發動挺Oが本圖(I)に於ける2に相當するのであり、これは魚雷の外部に頭を出してゐる。發射時發動挺2は發射管に設けられた突起にぶつかり、實線の位置から鎖線の位置迄倒される。



第42図 ホワイトヘッド式發停装置の構造

すると、圖（Ⅱ）に於て、發動挺2と偏心に取付けられた桿11は軸40を支點として衡挺13を引上げるから、桿8は内弁3を半開して機關への空氣通路を作る。故に機關は緩に回轉し初める。

一方、衡挺13の後端のところ25は摩擦輪17に押付けられ、距離車16を一緒に持上げ、ばね20を壓縮する。この様な状態で魚雷が水中に入ると、水受板12は水の抵抗を受けて圖（Ⅰ）の實線で示した位置から鎖線で示す位置迄倒れる。而して、弧桿12'は壓縮されたばね20の力をかり、接續片10を介して伸縮桿9を軸43を支點として持上げる。従て、桿8は著しく突上げられ、内弁3を全開し、外弁（發動弁とも云ふ）1'の下に壓力を生じ、弁1'を開き機關を全力運轉せしめる。

斯る内、外二重の所謂差動弁式構造により、高壓で押されてゐる弁

⁽¹⁾
1' を比較的僅少な力で啓開し得るのである。

この様に魚雷が水中に入る迄は機關を緩に回轉させる様にして發射する事を緩轉法と稱してゐる。

左方の 42 は伸縮桿 9 の長さを加減する調整ねぢである。若し、伸縮桿を長く調整しておくと、發射の際發動挺が倒されても衡挺 13 は桿 8 に接せず、魚雷が水中に入り水受板 12 が倒された時一時に全力で運轉し始める様になる。斯様な調整にして發射する事を止轉法と稱してゐる。

II 停止

機關を停止せしめるには弁 1' を閉ぢればよいが、そのためには桿 8 を押上げてゐる衡挺 13 を自由ならしめねばならぬ。第 32 圖に示す位動軸よりの機關の回轉は圖(III)のウォーム 34 に傳へられ、軸 28, ウォーム 27 を經て距離車 16 を廻し、摩擦輪 17 をも伴つて回轉せしめる。而して、圖(II)に見える摩擦輪 17 に設けられた切缺 26 がころ 25 と一致する位置迄回轉すれば、ころは同切缺に陥込み、衡挺 13 を自由にする。従て、弁 1' は上方より働く氣壓により 8 を押下げ、弁座に壓着され、機關部への空氣の供給を止めるのである。

即ち、停止距離はころ 25 と切缺 26 との角度の調整により定まる。
ばね復蓋 19 の上面には距離目盛が刻んであるが、スベナによりばね 20 の上向壓力に抗しながら蓋 19 を廻し、指針 18 を所求の距離目盛に合せば自停距離を調整出来る様になつてゐる。

III 横舵制止解除

この問題は 5.2 に詳記するが、ここでは發停装置に關聯した部分を

(1) 青木 保 :- 保式發停裝置の計畫

火兵學會誌 第 20 卷第 1 號 (大正 15 年 9 月)

述べる。

魚雷の横舵は發射直後暫時の間は固定しておく。これを横舵制止と稱してゐる。横舵制止を解除するには、圖（Ⅲ）に示す停止機構に用ひた軸 28 を利用する。即ち、軸 28 に取付けた齒車が齒弧（圖には現はれてゐない。）に運動を傳へて解除作用を起させるのである。

發射前の状態に於ては圖（Ⅰ）に示す様に二腕挺 37 の一腕は發動挺 2 の突起 38 にのり、軸 37' を支點として腕 37' により齒車筒 30 をばね 29 に押付けてゐる。この状態では齒車 31 は齒弧とかみ合つてゐない。

然るに、魚雷が發射され發動挺 2 が倒されると、發動挺の軸とは偏心になつてゐる突起 38 が下降し、腕 37' は齒車筒 30 を自由にするから、ばね 29 の力で 30 は前方（圖では左方）に押され、齒車 31 を横舵制止解除装置の齒弧に嚙合させる。従て、齒弧も動き出し、所定數齒車 31 が廻ると制止解除作用を営むのである。

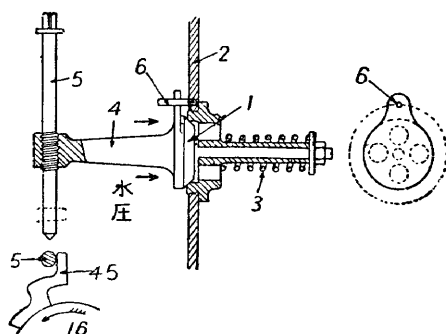
Ⅳ 縦舵機發動

圖（Ⅴ）は縦舵機發動用てこ 46 を示す。圖（Ⅰ）に示す發動挺 2 の突起 38 と軸 37' とにこの發動用てこ 46 を嵌めて置く。發射に當り發動挺 2 が倒されれば、てこ 46 は後方に引かれる。この運動を利用して縦舵機發動用送氣弁を開き縦舵機を發動せしめるのである。

Ⅴ 沈降弁起動装置

普通の魚雷に於ては、後部浮室と機關室との隔壁部に沈降弁を設け、魚雷が目標に命中仕損じた場合には、航走末期に同弁を開いて後部浮室内に海水を導き、自沈せしめる様な仕掛になつてゐる。

沈降弁は第 43 圖に示す様な一種の逆止弁で、水壓並にばね 3 の力により閉つてゐるが、縦舵機の吹氣等により後部浮室内の壓力が高ま



第 43 圖 沈 降 弁

つた場合には自動的に開いて同空気を體外に排出せしめる所謂安全弁の役目をも兼ねてゐるのである。

魚雷航走の末期に於ては第 42 圖 (Ⅲ) に見える様な摩擦輪 17 の突起 45 が第 43 圖に於ける桿 5 に作用し、水壓並にばね 3 の力に抗して沈降弁を開き放しにし、上述の様に自沈せしめるのである。

尤も、演習發射の場合には沈降弁起動装置を作用せしめず、驅水頭部を用ひて、航走末期に魚雷を浮揚せしめる様にする事は申す迄もない。

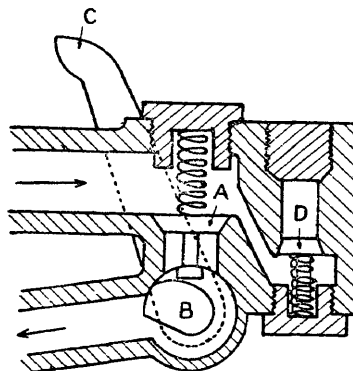
沈降弁はニッケル青銅の鍛造品、弁座は磷青銅鑄物とする場合が多いが、鍍金作用 (galvanic action) のため腐蝕し漏水の惧がある故、材質の選定並に保持には特に注意を要する。

4.3 發 動 弁

第一次歐洲大戰當時のドイツの魚雷に於ては、複雑な發停装置の代りに單に發動弁のみを用ひたものもある。

その構造は第 44 圖に略示する如くで、適當な形狀のカム B を用ひ

る事により、發射時比較的僅少な力で發動挺Cを倒し、發動弁Aを啓開して所要部に空氣を送り魚雷を發動せしめる様になつてゐる。



第44圖 カム使用の發動弁

- A……弁 B……發動挺Cにより動かされるカム
C……發動挺 D……裝氣弁

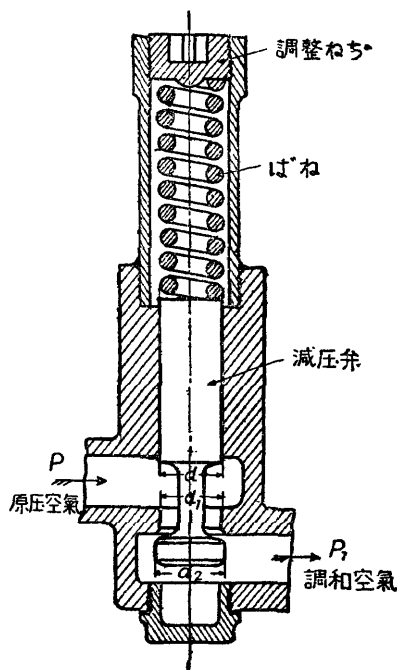
既述の様に發動挺は魚雷が發射管より射出される際管内の突起によつかつて倒されるのであり、魚雷後端より發動挺迄の寸法は、同一直径の魚雷を計畫する場合にはなるべく變更せぬ様にせねばならぬ。

4.4 調和器

4.4.1 主調和器

塞氣弁啓開並に發動挺の作動により氣室内の高壓空氣は調和器に至り、一定壓力に調節されて加熱装置に送られる。

調和器は第45圖に略示する様にばねの力と平衡を保つ所の減壓弁よりなり、高壓空氣を一定壓力に減壓する装置である。



第 45 圖 調和器の原理

圖に於て減圧弁はばねで下に壓され、開いてゐる。原圧 P が來ると、直径 d 及び d_1 の面積差部に作用する $\frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) P$ なる力がばねの力 S に反抗する。一方、減圧弁を通つた空氣壓 P_1 は弁頭に作用してこれを押上げんとする。結局、

$$S - \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) P \geq \frac{\pi}{4} d_2^2 P_2$$

なる間は減圧弁は開いてゐるが、 P_2 が高まり P_2' となつて

$$S - \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) P \leq \frac{\pi}{4} d_2^2 P_2'$$

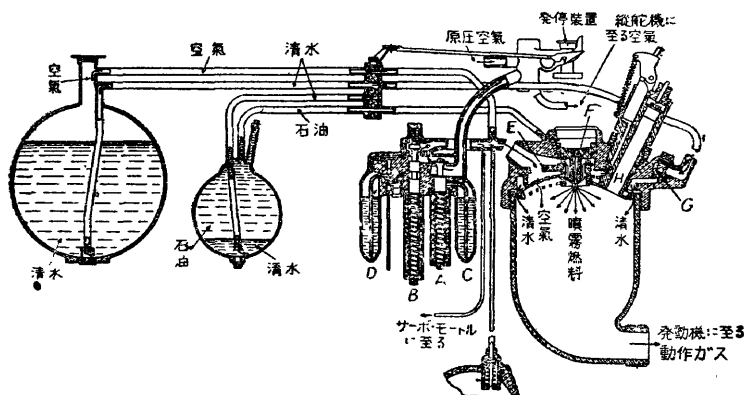
なる状態になれば、同弁は閉ぢる。即ち、減圧弁は壓力 P_2' と P_2 の差だけの變化を以て或は開き或は閉ぢる事になる。従て、調和壓力 P_1

も大體 P_2 及 P_2' の平均に近いものになる。調和壓力はばねの強さを加減する事により容易に調整し得るのである。

扱、魚雷に於ては氣室内の空氣壓力が漸次降下するにつれて、減壓弁の揚程が幾分増大し、調和壓力 P_1 を常に一定に保たしめる事が望ましく、このためには上述の様に $d > d_1$ に設計するが、その差は $d = 25 \text{ mm}$ 程度の調和器に於ては 1 mm 位にすればよい。尙、調和器減壓弁の揚程は普通 $3 \sim 4 \text{ mm}$ 程度のものである。

調和壓力の變動は直ちに雷速に影響するので、調和器2個を併用し、第一段調和器で減壓した空氣を更に第二段調和器に送り、可及的に一定壓力、從て、一定雷速を實現せんとしたものが多い。

空氣の膨脹により調和器部の溫度は漸次下降し、作動にも影響するので、調和器は海水中に浸し、又はシリンダ冷却水を同部にも循環せ

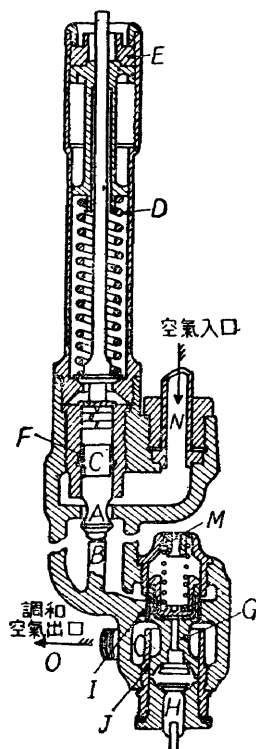


第46圖 調和器並に加熱装置の配置

- | | |
|------------------|-------------|
| A.....第一段（高壓）調和器 | E.....空氣絞り片 |
| B.....第二段（低壓）調和器 | F.....燃料絞り片 |
| C.....高壓調和器用潤滑油 | G.....清水絞り片 |
| D.....低壓調和器用潤滑油 | H.....点火装置 |

しめて可及的に一定温度に保つ様にする。尙、調和器減壓弁は作動中烈しく運動する故、弁桿部には潤滑油を送る。これ等全體の配置例を示せば第 46 圖の如くである。

水上發射管より發射する魚雷に於ては、水中に入る迄に推進器が空



第 47 圖 運動裝置付調和器 (ドイツ 50 cm 魚雷に於けるもの)

- | | |
|--------------|---------------------|
| A ……減壓弁 | G ……運動弁 |
| B ……揚程制限片 | H ……水受板により作動せしめられる弁 |
| C ……減壓弁桿 | I ……運動弁への空気孔 |
| D ……調和ばね | J ……漏氣隙間 |
| E ……調整ねじ | M ……大氣への逃口 |
| F ……弁桿部潤滑油入口 | |

轉する事は有害である。發停装置を用ひぬドイツ魚雷に於てはこれを防ぐために第 47 圖に示す様な運動裝置付の調和器を用ひてゐる。調和器の作用は上述のものと同様であるが、これでは弁 A の揚程を制限するための片 B が設けてある。尚、調整ねじ E を廻してもばね D には振りは加はらぬ様な設計になつてゐる。

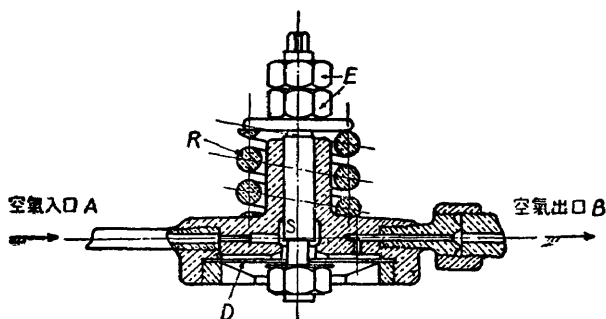
扱、運動弁 G の下方に見える弁 H は魚雷が水中に入ると、水受板の作用により圖に見える様な閉塞の位置になるが最初は開いてゐる。弁 A を通る空氣は孔 I を通り、J の周りの隙間より漏氣して H 部より外部に吹出る。然るに、水中に入り H が閉まれば、H 上の空氣は逃路がなくなり、そこに壓力を生じて運動弁 G を押上げ、減壓弁 A より空氣は自由に O の方に流出し得る様になる。G の上に空氣が溜ると閉まる惧があるが、それを防ぐためには逃口 M が設けてある。

4.4.2 小 調 和 器

以上述べた調和器は所謂主調和器であり、その壓力は各雷速に應じて加減されるのである。この外、サーボ・モートル等を作動せしめるために異つた壓力を必要とする場合も起るが、これには、配置の關係とか又は氣密の必要等よりして別個の小調和器を用ひる。

最も多く用ひられてゐるのは第 48 圖に示す様な構造の膜板式小調和器である。

これでは高壓空氣は A より入り膜板 D を押開いて B に出る。B 側の壓力が一定以上になると、膜板 D はばね R 及び弁桿 S の肩の部分に作用する壓力により閉められ、調和作用を營む。この式調和器は運動部分の重量も軽く、構造も簡單且小形であるが、空氣を通す量は少いのであり、主として縦舵機に用ひられてゐる。



第48圖 膜板式小調和器

D……金屬製彈性膜板 E……調整ねじ
R……ばね S……弁桿

4.5 管 類

魚雷に用ひられてゐる各種管類中最も大きく、且、丈夫なものは氣室よりの原壓を受ける主空氣管であり、これはめつたに取外す事はない。これに反して調和壓力を受ける管類は、屢々分解結合の必要もあり、變形する惧も多いので、却つて、安全係數を大きくとらねばならぬ。

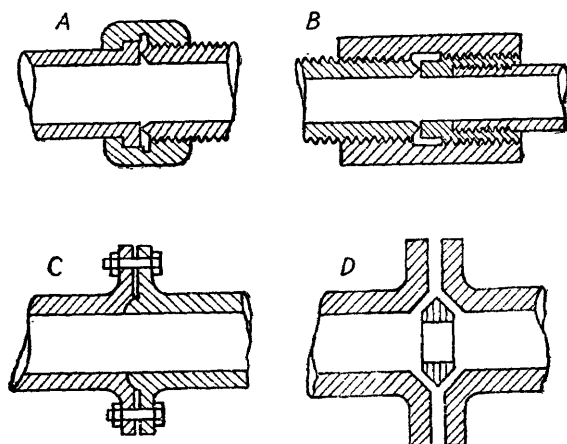
参考のため 45 cm 魚雷に使用されてゐる管類を示せば第8表の如

第8表 45 cm 魚雷に於ける各種管

内徑×外徑(mm)	試 験 壓 力 (kg/cm ²)	使 用 壓 力 (kg/cm ²)	使 用 個 所
19×24.5	225	150	主 空 氣 管
9×12	75	50	液 體 類 導 管
6×9	225	150	ジャイロ發動用 並にサーボ・モートル連絡用
3.5×5.5	75	50	潤 滑 油 系 統

くで、何れもつぎ目無銅管である。

尙、高圧管類接合部の設計には第49圖に示す様な種類があるが、
圖のAが最も普通に用ひられてゐる式である。

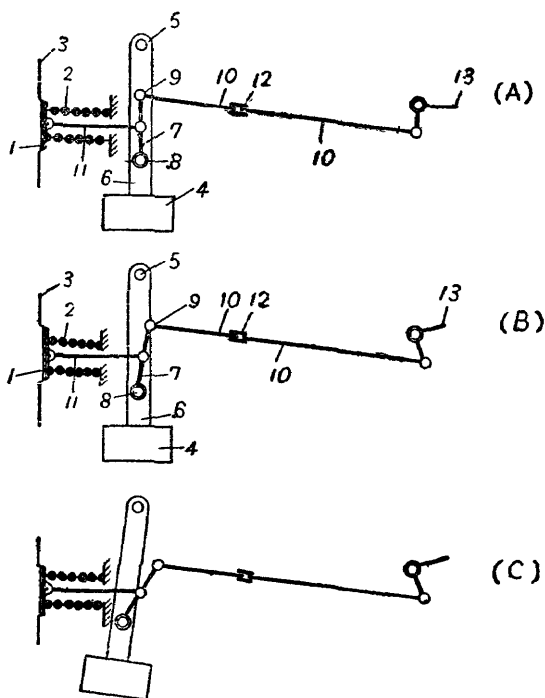


第49圖 高圧管接手の例

第5章 自動操縦装置

5.1 深度機

魚雷は水面下一定の深度を航走するが、この深さは目標の吃水に應じて適宜調整し得る様になつてゐる。深度が増すに連れて爆發の威力も大に、又、航走状態もより安定になる。普通 3~5 m の深度が適當とされてゐるが、演習發射の場合には 15 m 位の深度を必要とする事もある。



第 50 圖 深度機の原理

深度の最も自然的な基準となるものは水圧であるが、一方、振子を^ソも併用し、魚雷が制定深度より逸れんとする際の姿勢の變化を利用してより完全なる深度調整作用を營ませるのである。

第 50 圖は斯る深度機の作動原理を示すものであり、主要部は水壓板（深度板とも云ふ）1 及び振子 4 より成る。水壓板 1 は隔壁 3 に設けられ、左側に水圧力を受け、右側にはばね 2 の力を受けてゐる。

これ等兩側の力は制定深度に於ては平均する様に設計されてゐる。若し魚雷が豫定深度よりも深くなれば圖(B)の様にばねは壓縮され、連桿 11 が搖動桿 7 を軸 8 の周りに廻し、操舵桿 10 を後方につき、舵 13 を上方に動かして魚雷の頭部を上方にむけしめる。若し反對に淺くなり過ぎて水圧よりもばねの力が強くなれば、舵は^{シタムキ}下向に動き、魚雷は頭部を下^ヘげて潜入する。

振子 4 は軸 5 で魚雷體に支へられ、搖動桿 7 の軸 8 をもつてゐる。今、制定深度に於て魚雷が頭部を下^ヘげれば、振子は依然垂直位置を保つ故、搖動桿の支點 8 が動き、連桿 11 の連結點は動かないから操舵桿 10 は後方に^ツ衝かれ、圖(C)の様な状態になり、舵は上向に操られ、下向になつた魚雷の頭部を^{ウヘムキ}上向に直させる。若し魚雷が頭部を上向にすれば、反對に舵を下向に操つて頭部を下^ヘげさせるのである。

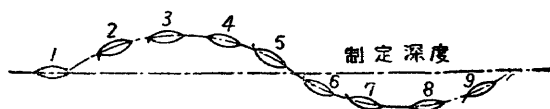
以上説明したのは魚雷が水平位置を保つて、ただその位置が深過ぎたり淺過ぎたりする場合と、深度は調整通りであるが魚雷の傾きが不良な場合についてであるが、實際にはそれ等の組合せの狀況が起る。

例へば深過ぎて頭部を下^ヘげてゐると圖(B)と(C)との組合せになるから舵は極度に上方に操られるし、若し淺過ぎて頭部を下^ヘげてゐると(B)の反對の場合と(C)の組合せになるから、水壓板の効果と振子の効果との代數的の和になり、水壓板が強く働けば舵は下向になり、反

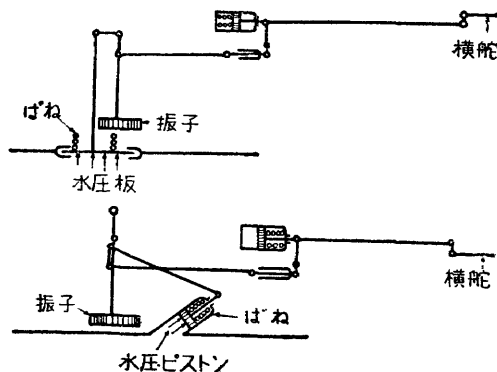
對に振子が勝てば舵は上向に操られることになる。斯様にして振子と水壓板との運動は搖動桿によつて巧みに合成されて操舵桿に傳へられるのである。

振子を深度調整に加へたと云ふ事が、この装置の成功した所以である。即ち、魚雷軸の傾きはその將來位置に關係する所が大きいので、假令現在制定深度にあつても、若し頭部を上げてゐるならば次ぎの瞬間には必ず淺くなるに相違ない。それを豫め抑へてかゝるのが振子の作用である。

斯くして魚雷の縦面進路は制定深度を中心として第 51 圖に示す様な波狀を描くのであり、⁽¹⁾その上下の偏倚を合せても半米位より深さを變へずに航走し得るのである。



第 51 圖 魚雷の縦面進路

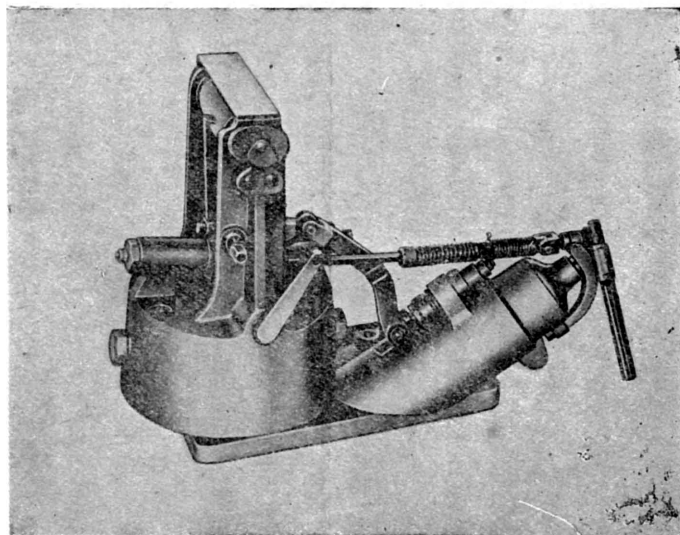


第 52 圖 深度機構造の一、二の例

(1) Ed. Bara et H. Noalhat :- Les Torpilles Automobiles. 1898, p. 51~



第53圖 水壓板使用深度機



第54圖 水壓ピストン使用深度機

第7圖に示す深度機は以上第50圖に述べた様な配置になつてゐるが、第6圖に示す魚雷に於ては第52圖上圖に示す様な配置になつてゐる。

原理は何れも同様であるが後者の方が一體にまとまつてゐるので廣く用ひられており、その外觀は第53圖の如くである。而して、53.3 cm 魚雷を例にとれば水壓板直徑は 60 mm、又、振子自身は一般に下方に搖錘をつけた青銅鑄物の支體即ち吊錘よりなりその重量は 4.5 kg 程度のものが用ひられてゐる。⁽¹⁾

第52圖の下方に示すのはゴム製水壓板の代りに水壓ピストンを用ひたものであり、同深度機の外觀は第54圖に示す通りである。これではゴムを用ひぬため故障も少く、且、水壓ピストンの行程を長く設計出来 20 m 位迄の深々度發射にも堪へる。然し、構造複雑、且、摩擦のため作動の敏活を缺くのが缺點である。⁽²⁾

この外、以前は水壓板と搖錘の作用がそれぞれ單獨にサーボ・モートルに傳はる様な構造の深度機も用ひられてゐた。⁽³⁾ 然し、これは形體が大きくなり、且、調整箇所も多く使用上不便なので廢れてしまつた。尙、搖錘は緩衝ばねを介して取付けるとか、構造の細部に互つては種々の工夫も凝らされてゐる。

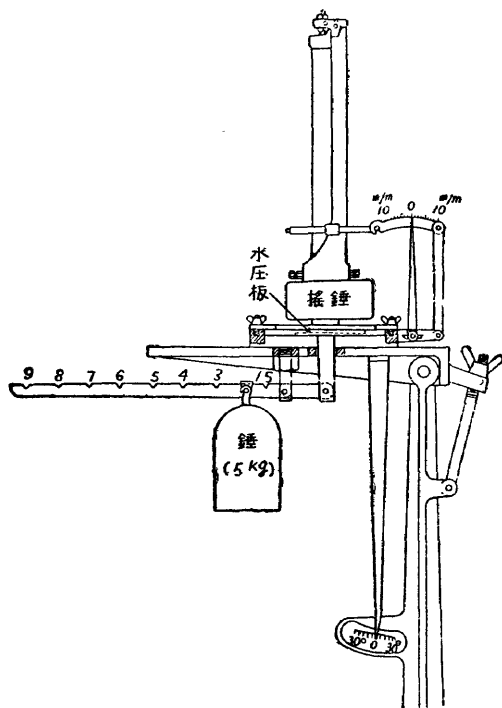
深度機は製作後第55圖に示す様な調整臺に取付け、秤の錘により水壓板に所定深度に相當する荷重を加へ、更に調整臺を傾けてサーボ・モートルに傳へらるべき水壓板及び搖錘の合成運動を觀測する。

(1) ホワイトヘッド式深度機の構造並に設計に關しては 下記文献を参照され度い。

青木 保：深度機の理論 火兵學會誌 第20卷第4號（昭和2年3月）

(2) Die Technik im zwanzigsten Jahrhundert. 1921

(3) 例へば既掲の Scientific American, Aug. 7, 1915



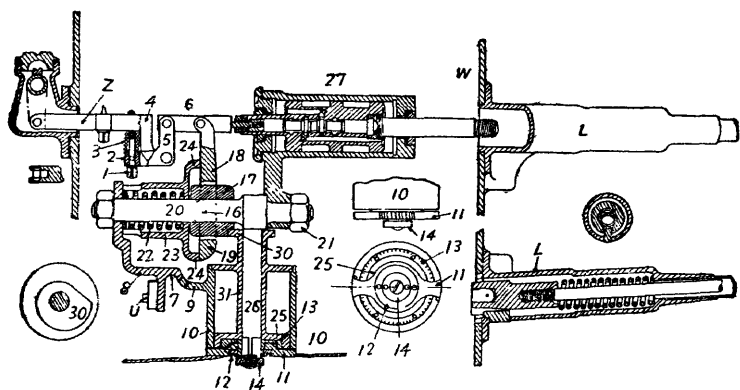
第 55 圖 深度機調整臺

この場合、深度差 1 m に對應する操舵角度又は舵端の操舵量 (mm と以て表はす) を深感度と云ふ。又、深度差が零で雷軸が 1° 傾いた時の操舵角度又は操舵量を傾感度、而して、魚雷が制定深度に復歸する際に横舵が雷軸方向と一致するに至つた時の雷軸と水平との間の角度を自由浮潜角度と稱してゐる。これ等の相互關係は發射試験の經驗を基として適當に調整する。

5.2 横舵制止装置

魚雷發射時に於ける大なる衝撃がその儘深度機に傳はる時には、振子は強く振動して満足な操舵作用を營ませる事は出来ない。加之、振子の支持部を傷める等の惧もある。尙又、發射後暫時の間魚雷は加速されるのであり、慣性のため振子が後方に動かされ、丁度魚雷を沈下せしめようとする様な作用を舵に與へる事になり、所求の機能を發揮させる事は困難である。

それで横舵制止と稱して魚雷發射後一定期間だけは横舵の作用を抑制する様にする。同装置は第 56 圖に示す様に深度機の運動を傳へる桿 6 と操舵機 27 との中間に設けられる。

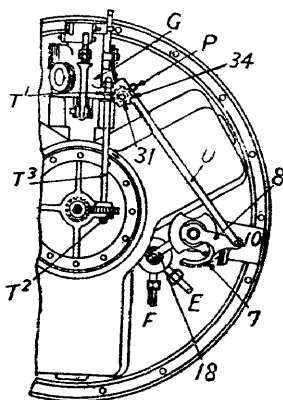


第 56 圖 横舵制止裝置

目盛板 13 に刻んだ所定の制止距離に相當する位置迄圓筒 10 を廻せば、その齒弧 9 に啗合つてゐる齒弧 7 並に 7 と一體をなす 8 も廻される。而して、8 と切缺部で嵌合してゐるばね覆筒 23 も軸 20 の周りに廻される。23 の右端の鏑 24 にも切缺があり、所定の距離だけ魚雷が航走するとその切缺が桿 6 に接續した腕 8, 19 に向合ふ位置迄廻り、腕 18, 19 は同切缺部に落込み桿 6 を自由ならしめる。爾後は

深度機的作用に従て桿 6 が動かされ、サーボ・モートル 27 も作動し、操舵作用を営むのである。

鍰 24 を廻し戻し、切欠を腕 18, 19 に向合はす動作は機關の回轉を利用して行はせるのであり、その要領は第 57 圖に示す如くである。



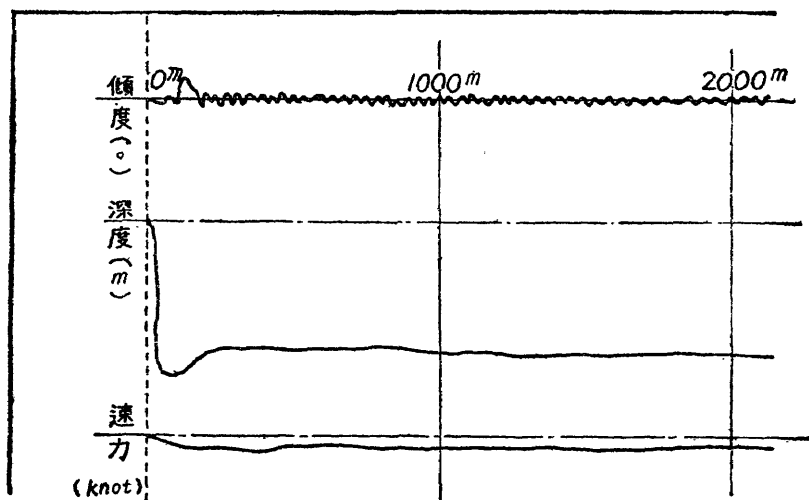
第 57 圖 横舵制止作動裝置

即ち、機關の回轉はウオーム T^2 , T^1 を經て小齒車 34 に傳へられ、更に、これと嚙合ふラック U を經て腕 8 を廻し戻す様になつてゐる。

横舵制止の期間はなるべく短い方がよく、魚雷が 50~60 m 航走する範圍に止めるのが普通である。尙、最近の魚雷に於ける發射時の負浮量は全重量の 20% 餘に達するが、發射直後横舵の作用がなくとも可及的に所求の深度を維持せしめる様、横舵制止期間に於ける横舵の角度を魚雷の負浮量、トリム等に應じて適當な位置に保つて置く。この角度を横舵の初度と稱する。横舵初度は操舵機に對しての桿 6 の位置を適當に決める事により加減出来る。このためには第 56 圖に於て目盛板 13 に刻んだ目盛を見ながら、套管 31 を軸 26 の周りに廻す。すると 31 の一部に設けたカム 30 が片 17 を押し、ばね 20 を押し

とめながら腕 18 を動かし、結局、桿 6 と操舵機との相対位置を加減して所要の横舵初度を與へ得るのである。

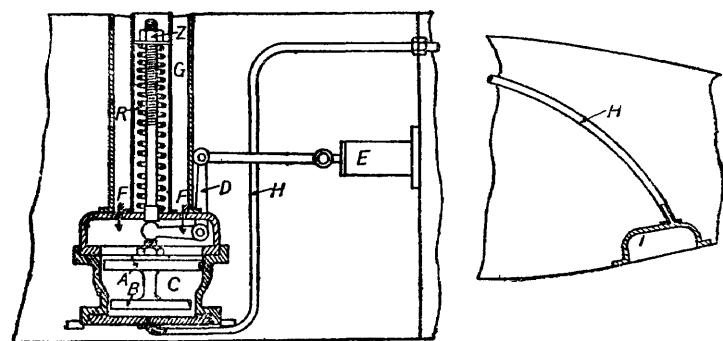
魚雷の航走状態を自動的に記録した成績の一例を示せば第 58 圖の如くで、發射後暫時魚雷は加速され深度も深くなつてゐる。この期間は雷速の大小にも依存するが、大體 200 m 位航走する期間である。横舵制止が解除されても暫時の間はこの加速のため魚雷の深度は制定



第 58 圖 魚雷進行状態自動記録の一例

深度より幾分深くなり勝である。故に斯る至近距離での發射は一般には行はない。

振子の慣性に基因する上記の缺點を除くため、^{ファン}Van ^{ストカム}Stokum は第 59 圖に示す様に第一の水壓ピストンとは斷面積を異にする第二の水壓ピストンを設け、その水壓を魚雷外皮の他の部分より導く様にした振子^{ナシ}無の深度機を考案した。これは、實際問題としては機能が思はしくな



第 59 圖 Van Stokum 式深度機

- | | |
|---------------|-----------------------------------|
| A …… 大形水圧ピストン | G …… 海水通路 |
| B …… 小形水圧ピストン | H …… 魚雷後部より導ける小形水
圧ピストン用深度海水通路 |
| C …… 大気壓室 | I …… 海水導入口 |
| D …… 傳動桿 | R …… 深度調整ばね |
| E …… 操舵機 | Z …… 調整ねじ |
| F …… 深度海水導入口 | |

く使用されるに至らなかつた。

深度機取付位置如何によつては、航走中に於ける魚雷本体に添ふての壓力分布の關係上水壓板に所定深度に相當する水壓がかゝらぬ事がある故設計上注意を要する。初期の魚雷に於て深度機を重心位置に近い前部浮室即ち平衡室内に設けたのも斯る理由に基くのであり、第 7 圖に示した最近のイギリス魚雷に於ても水壓板を前部浮室隔壁部に設けるに至つた事は注目に値する。但、この場合には舵桿は機関室隔壁等を突抜いて後方に導かねばならず、水密の問題もあり、折角の深度機の敏感性も幾分減殺される事は免れない。

(1) G. Fuhrmann: Theoretisch und experimentelle Untersuchungen an Ballon Modellen. Jahrbuch der Motorluftschiff Studiengesellschaft, 1911~1912.

後部浮室内に深度機を設ける場合にも水流の影響が水圧板に加はる事を防ぐために水圧取入口には多孔板の蓋をすとか、又は魚雷機室附近の水を管で水圧板部に導く等の事が試みられてゐる。航走中の艦艇より側方に發射した場合の魚雷の横搖並にその際の水流の影響等を緩和するためには斯る考慮も必要である。

水圧板の内側即ちばね側の氣壓は勿論一定でなければならず、このためには深度機全體を氣密な所謂深度機室に收めるとか、又は、内側を別個の定氣壓室 (barometric chamber) に連ねる等の設計も行はれてゐる。

5.3 縦 舵 機

5.3.1 縦舵機の原理

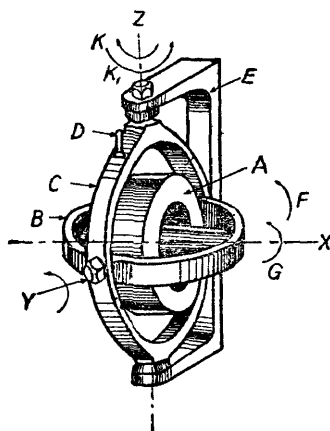
魚雷は縦舵機により操られる縦舵によつて自動的に左右の方向を定めて進行する。この縦舵機は巧みに獨樂^{ユウラク}の作用を應用した装置で、その原理を示せば第 60 圖の如くである。⁽¹⁾

圖に於てAは轉輪でこれが水平環(内環)Bにより支へられ、Bは更に垂直環(外環)Cに軸止され、Cは機體Eにより支へられてゐる。故に轉輪はY及びZ軸の周りに於て廻る事が出來、轉輪の軸Xは任意の方向を取る事が出来る。更に轉輪はそれ自身の軸の周りにも回轉する事が出来る故、結局、轉輪は三つの自由を有する。勿論、上記三軸は一點に交叉し、轉輪の重心もこれと一致する様になつてゐる。斯く

(1) 青木 保 :- 方向調整装置 火兵學會誌 第11卷第4號

F. Klein und A. Sommerfeld :- Über die Theorie des Kreisels.

Heft IV. 1910



第 60 圖 縦舵機の原理

三つの軸に対して自由に支持された轉輪装置を自由ジャイロスコープ
又は ジャイロスコープ gyroscope と稱し、簡単に ジャイロ gyro と呼んでゐる。

扱、ジャイロスコープに於て轉輪Aに回轉を與へてない時にはその軸方向は任意に變へる事が出来るが、今これに矢Gで示す様な回轉を與へると、轉輪の軸の方向は外から與へた力に對しては容易に従はない性質を生ずる。例へば、Z軸の周りに於てKを以て示す如き偶力を與へれば、轉輪の軸はこれに従つて廻る事なく、却つて矢Fを以て示す様に上方に動く。これは轉輪が外力Kに反抗する K_1 の如き抵抗を持つてゐるからである。即ち、この抵抗力があるため轉輪の軸は永久にXZ面の方向を持続けようとするのである。

若しZ軸の周りに K_1 を以て示す様な偶力を與へれば轉輪はKの如き抵抗を與へて轉輪の軸は矢Fと反對方向に動いて下降する。而して、轉輪の軸はXZ面から離れる事はない。この性質は一定の大きさを有するジャイロでは一に轉輪の回轉速度によるのであるから、回轉の速い

事は大切な条件であるが、それと同時に軸Y及びZの周りにも自由に廻る事が出来ねばならぬのである。

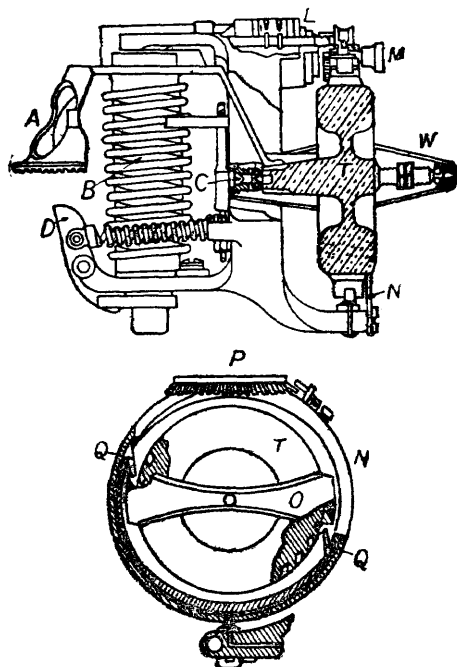
斯くの如くして大なる回轉速度を以て廻はつてゐるジャイロは軸Zの周りの偶力に従はずに、一定の方向を持続しようとするから、今縦舵機々體Eが方向を變へたと考へれば、機體と垂直環Cとの間に關係運動を生ずる。縦舵機は斯くの如き關係運動を利用して縦舵を操り、魚雷の方向を舊に復する様にしたものである。圖に於てDは機體Eに附着すべき操舵機、即ちサーボ・モートルの滑弁を操るためのピンである。

5-3-2 縦舵機の構造

縦舵機は第6圖及び第7圖に示した様に、後部浮室内のばね座の上に二、三のねぢで取付けられる。ばね座には空氣の通路も導かれており、場合によつてはサーボ・モートル用の空氣壓力を調節するための小調和器も取付けられてゐる。

扱、魚雷が發射管を出る迄の時間は0.4～0.5秒位で、これ以内の短時間内にジャイロスコープの轉輪に10 000～15 000 rev/mnの高回轉速度を與へ、上述の様な作用をさせねばならぬ。轉輪は磷青銅製の重量約1kgのものが實用されてゐる。

^{オブリー}Obry の考案に基きイギリス ホワイトヘッド會社の ^{ジョーンズ}Jones が設計した縦舵機は第61圖上圖及び第62圖に示す如きもので、下面に齒を切つた鐘AをばねBの力により卷戻し、その齒に嚙合ふ轉輪Tの軸に回轉を傳へる様に設計されてゐる。魚雷の發動挺が倒されると氣室内の原壓空氣が作用してこの發動用鐘Aの止めを外し、鐘はばねBの力により $\frac{3}{4}$ 回轉程廻され、0.3秒位の短時間に轉輪に3kg-m位のエ



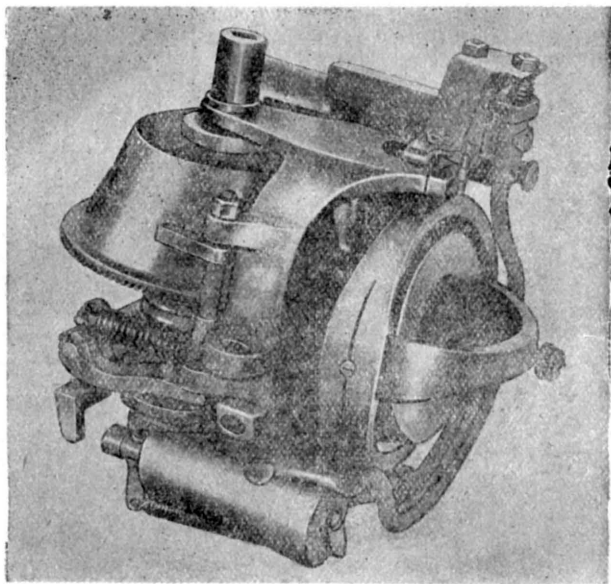
第 61 圖 初期の縦舵機

(上は Obry, 下は Kaselowski の案)

- | | |
|----------------|----------------|
| A.....発動用鐘 | N.....垂直外環 |
| B.....ばね | O.....水平内環 |
| C.....止ピン | P.....斜進角度調整装置 |
| D.....脱嚙挺 | Q.....噴気管 |
| L.....滑弁 | T.....轉輪 |
| M.....操舵機ピストン桿 | W.....調整螺 |

エネルギーを與へるのである。而して、脱嚙挺Dにより止ピンCを外し、轉輪を自由にする。

この縦舵機に於ては鐘Aの運動に対する緩衝装置が設けられてゐるが、尙、全體に烈しい衝撃を及ぼす事は免れない。又、ばねBは豫



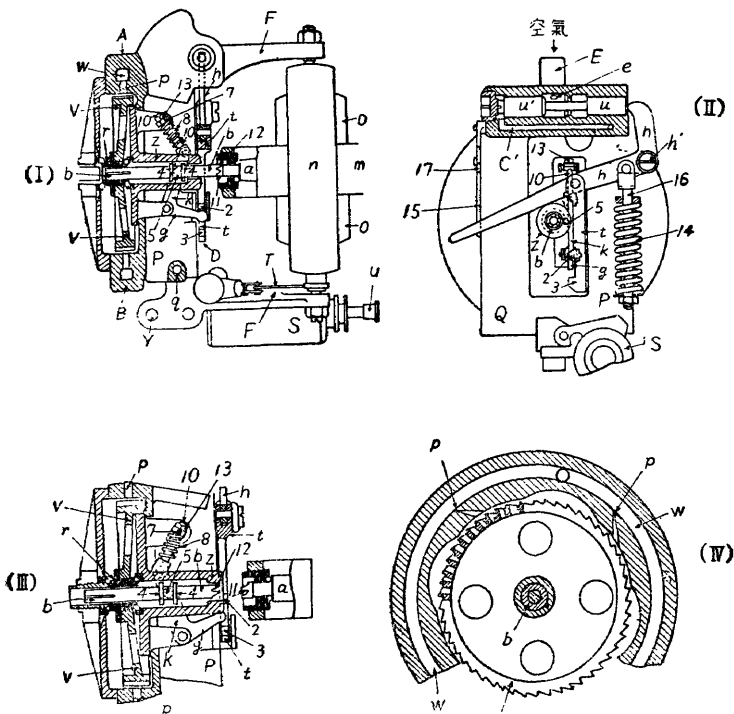
第62圖 機械發動式縦舵機

め手で巻いて置くのであり、1轉輪に與へ得るエネルギーには自ら限度がある。

カセロプスキー

Kaselowski は 1897 年に壓搾空氣により轉輪に回轉を與へる事を考案したが、同氏の考案によりドイツ Schwartzkopf 會社に於て製作した縦舵機の主要部は第 61 圖の下方に示す通りで、轉輪の表面に齒を刻み二つの噴氣管 Q よりの空氣で回轉を與へる様になつてゐる。

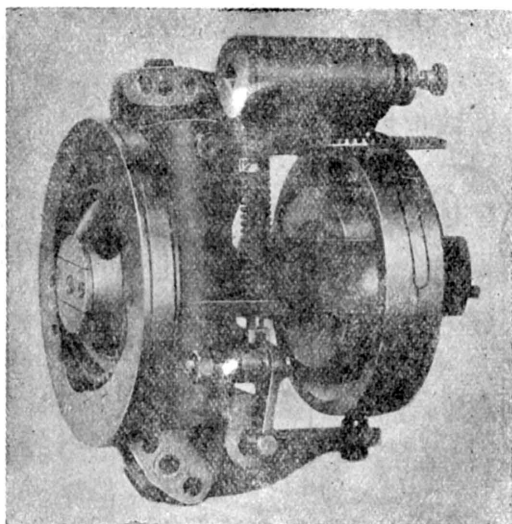
深い齒を刻んだ轉輪は早く回轉速度が減衰すると云ふ缺點があり、殊に壓力の高まつてゐる後部浮室内に於てはその影響が著しい。これに對して、イギリスのホワイトヘッド及びアメリカのプリス兩社に於



第 63 圖 分離タービン式縦舵機構造略圖

ては發動用タービン（旋動輪とも稱してゐる）使用の所謂分離タービン式縦舵機を考案し、發動時轉輪に 80 ～ 100 kg-m のエネルギーを與へ得るに至つた。

ホワイトヘッドの分離タービン式縦舵機の構造は第 63 圖及び第 64 圖に示す如くである。



第 64 圖 分離タービン式縦舵機の外観

轉輪 O の軸 a は水平環 m により支へられ、m は垂直環 n で支へられ、更に n は機體 F により支へられてゐる事は第 60 圖に示したと全く同様である。

轉輪の軸 a はタービン v の軸 b と齒 12 によつて嚙合つてゐる。この嚙合は後に述べる様に回轉を與へる間丈けで瞬時に分離する様になつてゐる。縦舵機發動用の空氣は圖（Ⅱ）の管 E から送られ、孔 e を經て圖（Ⅰ）の溝 w に入り、p からタービン v に吹付けられてこれを

廻す。従て轉輪の軸 a も廻される。タービンは極めて短時間に高速度に達する故具合がよい。

タービンに行く空気は分岐して圓筒形室 P, Q に入り, C' からピストン u' の左側に入りこれを右に押出す。q は室 P, Q を連絡する細孔である。ピストン u' は u と連結されてゐるが, u' の方が直径も大きくなつてゐる。故に E から空気が送られた時には u' を左に押して孔 e に空気を送るが、暫くして u' の左側に空気が入ると u' を右に動かして座に壓着する。u' の運動に伴ひ挺 h は支軸 h' の周りに廻され、垂直片 t を引上げる。この時突起 3 は挺 g を廻す。g の^{ジョヒ}縦臂 k はピン 5 で軸 b の^{ツバ}鑊 4, 4 の間に嵌つてゐるから、軸 b を左に動かす。圖(Ⅲ)は軸 b が a から外れて轉輪が自由になつた有様を示す。

軸 b は a と確實に嚙合っており、又、一度離れたならば決して再び嚙合はぬ様にせねばならぬ。そのためばね 8 が設けてある。これは軸 10 の外に嵌めたもので軸 10 は眼環 7 に嵌り、7 はピンの周りに廻る事が出来る。13 は 10 の端のナットである。10 の下端は挺 K に軸止になつてゐる。従て、圖(Ⅰ)の状況ではばね 8 は軸 b を右に押し、又、圖(Ⅲ)の状況では軸 b を左に押し、兩位置を確實に保つのである。ばね 14 は軸 a 及び b を嚙合の位置に保たせる作用をなすのであり、この位置に於ては垂直片 t の突起 2 が g を押下げてゐる。

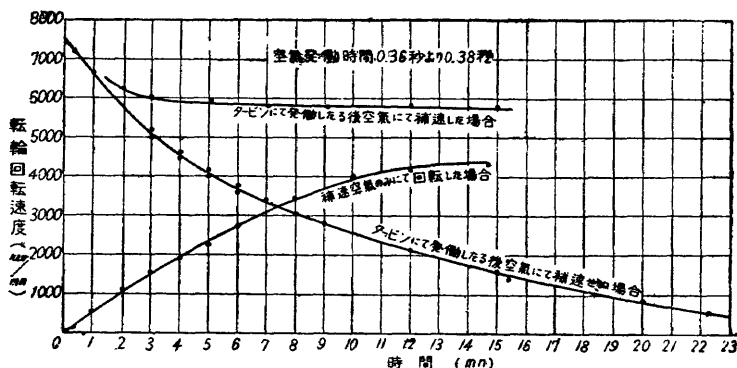
ピストン u' が右に動いて挺 h を廻すにはばね 14 を壓縮せねばならぬ。従て、このばねはピストン u' を圖(Ⅱ)の位置に返す力をもつてゐる。然し、一度圖(Ⅲ)の様な状況になつたならば舊位置即ち(Ⅰ)、(Ⅱ)の状況に戻らぬ事が必要であり、挺 h が廻されたならばその位置に止めて置かねばならぬ。そのために圖(Ⅱ)に示す様な挺 15 が設けてある。これはばね仕掛けで紙面に直角に動き、挺 h が廻ると突

起 17 に引掛つて止められるのである。

本縦舵機は圖（I）に於て左方が魚雷頭部の方を向く様な位置に取付けられる。而して、桿 T が垂直環 n の垂直支軸に對して少しく偏つて取付けてあり、その先が操舵機 S の滑弁に連つてゐる。魚雷が方向を變へると、前に述べた理由で轉輪⁽¹⁾はその方向を變へないから、桿 T の端にある弁が機體 F に對して出入する事になる。従て、空氣は操舵機 S のピストンの或は右或は左に入つて桿 U を左右に動かし、操舵桿を経て縦舵を操縦するのである。

操舵機用の空氣は第 48 圖に示した様な小調和器により $15 \sim 20 \text{ kg/cm}^2$ に調整されたものを用ひる。

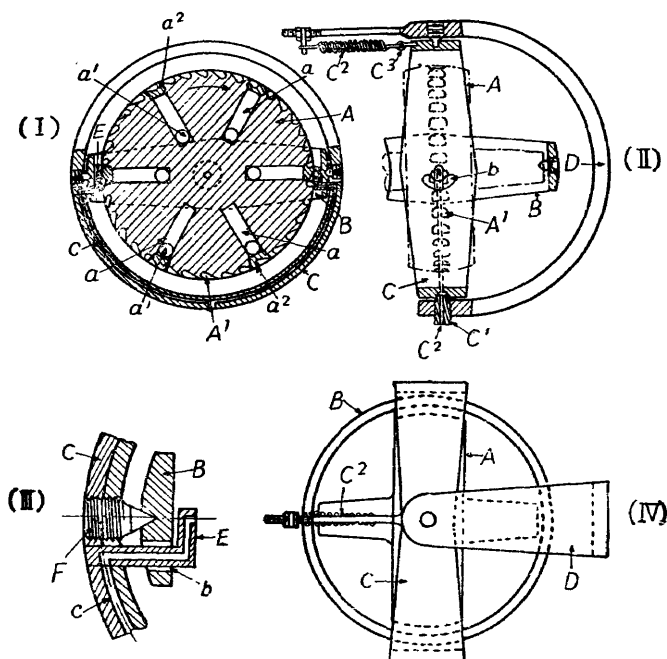
轉輪には初めに高速度の回轉を與へて置いても、結局軸受の摩擦や空氣の摩擦のために、例へば第 65 圖に示す様な具合に回轉が衰へる。



第 65 圖 轉輪回轉速度の減衰並に補速空氣の影響
(大氣中に於ける試験成績)

それで、現今の縦舵機に於ては轉輪の周圍に小さい齒を切り、これに絶えず空氣を吹付けて回轉を持続せしめるのである。この補速空氣は轉輪が如何なる位置をとつても差支ない様、垂直及び水平環を連結す

る心軸に沿つて吹付けるのであり、その要領は第 66 圖の如くである。



第 66 圖 轉輪補速空氣の導き方

即ち、圖 (I) に於て轉輪の周りには齒 A' が切つてある。而して、圖 (II) に示す様に垂直環の支軸 C' に孔 C^2 をあけ、これから空氣を導入する。この空氣は圖 (III) に見へる様に垂直環中の導溝 c を經、心軸 F に添ふた噴氣管 E 部に導かれ、轉輪の齒に吹付けられる。噴氣管の噴孔は F の中心線上に位置してゐる。この位置は決して狂はさぬ様取扱ひ上も特に注意せねばならぬ。

この吹氣は發動用の空氣よりは遙かに弱く、轉輪上の齒も可及的に空氣抵抗を減する様な形に設計してある。

後部浮室内には縦舵機や横舵機が設けられ、それ等のサーボ・モーター作動用空気も排出されるため、同室の壓力は航走中漸次高まる。而して、同室の壓力は安全弁—沈降弁と兼用—により 0.5 kg/cm^2 を越えぬ様になつてゐるが、この壓力に於ては縦舵機轉輪の到達し得る回轉速度も大氣中に於ける値の 60% 程度に低下するのである。

轉輪回轉速度の減衰は既述の様に吹氣により防ぐが、これ等縦舵機關係に消費される空氣重量の平均は $0.08 \sim 0.10 \text{ kg/mn}$ 程度に達する。

尙、電氣的に驅動する電氣ジャイロ又は空氣抵抗を減ぜんとして工夫された眞空ジャイロの如きものは、0.4 秒程度の短時間に發動せねばならぬ點並に氣密を保ち而も摩擦も少い様な軸受部の設計困難等の諸理由よりして、魚雷には用ひられるに至つてゐない。

5-3-3 双轉輪縱舵機

現今の魚雷に於ては、潮流に對する修正をなした後に於ても、射程 7000 m に對してその 1% 以内、18000 m 前後の長距離發射時には、その 1.5% 以内位の偏倚は免れず、演習發射によりそれぞれの魚雷の癖をのみこんで置き、調整に手加減を加へて命中の正確を期すると云ふ有様である。

これに對しては種々の對策も研究されてゐるが、ドイツの長距離魚雷に於ける双轉輪縱舵機の如きもその試みの一つである。これでは左右同形の轉輪を一體の機體に取付け、同時に相反する方向に回轉せしめるが、轉換器で 2 個の轉輪中 1 個宛を約 1500 m 間隔毎即ち操舵回數約 50 回毎に交互に連絡せしめて操舵を行はせる。而して、操舵中の轉輪に對する吹氣は止め、休止中のみ吹氣で補勢する様になつてゐる。本装置により長距離發射に於ける偏倚量を著しく僅少ならしめ得

るのみならず、操舵中の轉輪は吹氣を受けぬから魚雷の縦横動に基因する變調を減少し得、且、轉輪は在來の魚雷に於ける如く長時間變調を來さぬ様に調整する必要なく、調整が容易になる等の特長もある。

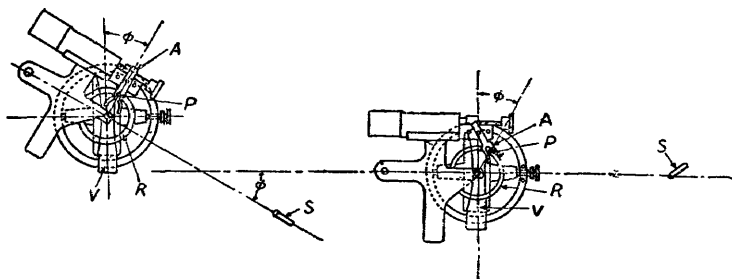
但、重量は普通の縦舵機が 5 kg 程度なるに對して 9 kg 餘となるのみならず、機構も複雑である。これを要するに、本双轉輪式縦舵機は在來のものに比し一步進んだものではあるが、構造上並に製作上の難點のため廣く採用されるには至つておらぬ。

尙、最近に於ては精密工作技術の進歩に連れて縦舵機性能もかなり向上するに至つてゐる。

5.3.4 斜 進 機

以上述べた様に魚雷を直進させる様な縦舵機を直進機とも稱してゐる。然し、潜水艦等に於ては艦、從て、發射管の方向とは異つた方向に魚雷を航走せしめる必要も起る。斯る要求に應ずる縦舵機を斜進機と稱する。

斜進器の原理を示せば第 67 圖の如くである。



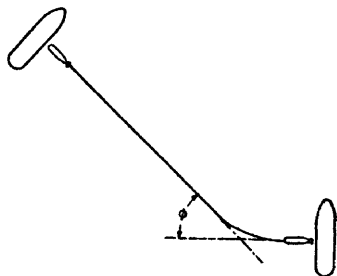
第 67 圖 斜進機の原理

直進機に於ては、一般に、垂直外環に設けられたピンが魚雷の偏向に基因する關係運動によつて操舵機滑弁を操り縦舵を作動せしめる事

は既述の通りである。

然るに斜進機では操舵機滑弁を操るためのピン P を垂直環 V に固定する代りに、圖に示す様に、垂直環に對して任意に位置を調整する事が出来る環又は臂 R を垂直環に取付け、それにピンを設けてある。

今、例へば右方に角 ϕ だけ斜進させようとするには、環 R を右に角 ϕ だけ廻し、第 67 圖右圖の様にする。すると滑弁は直進機に於て魚雷が頭部を角 ϕ だけ左に廻したと同様に舵 S を右に操る。故にこの状態で發射された魚雷は頭部を右へ右へと轉じつゝ航走する。その間に滑弁は操舵機に對して次第に中央の位置に歸り、遂に第 67 圖左圖の様になり、舵は全く舵框の中に隠れる。これから先はジャイロは全く直進機と同様に作用し、魚雷は直線進路をとつて進むのである。従て、魚雷の進路は第 68 圖に示す様になる。



第 68 圖 斜進機をつけた魚雷の進路

現今の縦舵機には何れも上述の様な目的の斜進装置が設けられ、發射の際簡単に所求の斜進角度を與へ得る様になつてゐる。

尙、各種縦舵機の要目を掲げれば第 9 表の如くである。⁽¹⁾

5-3-5 縦舵機の調整

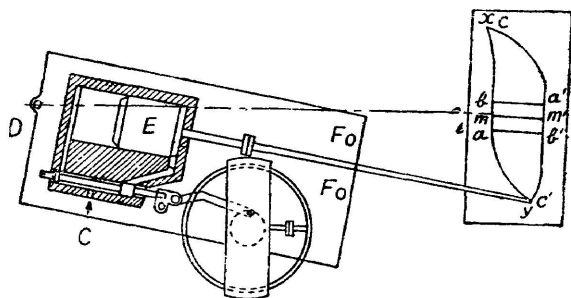
縦舵機は完成後第 69 圖に略示する様な具合に試験臺に取付けて發

(1) A. Laubeuf et H. Stroh :- Sous-marins Torpilles et Mines.

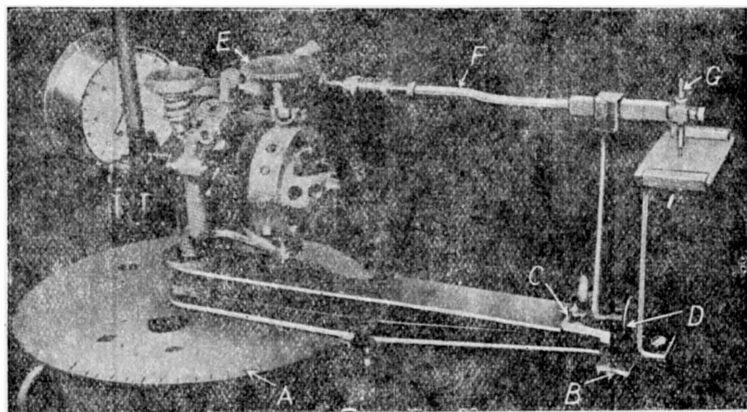
1923 p. 623

第 9 表 各種縦舵機要目

工場名 並に年度	發動法	滑弁部 構造	全重量 (kg)	轉 輪 要 目				發 動 時 (sec)	死 角 (度)
				重 量 (kg)	直 徑 (mm)	毎秒同轉	發動時のエネ ルギ (kg·m)		
Flume 1897	ばね	回轉弁	3.50	0.75	79	40	3	0.35	0.41°
Flume 1906	ばね	滑動弁	3.50	0.75	79	45	3	0.35	0.41
Weymouth 1914	ばね (吹氣併用)	リレー Relay式	4.07	0.72	79	{ 35 220	{ 25(吹氣なし) 60(吹氣併用)	{ 0.2	0.41
Flume 1909	轉輪への 直接吹氣	滑動弁	3.40	0.84	79	140	25	0.25	0.58
ドイツ縦舵機	同上	リレー式	5.60	0.79	79	120	—	0.30	0.58
ドイツ双轉輪 縦舵機	同上	リレー式	8.20	0.56	62	—	—	0.30	0.58
Flume 1911	分離ター ビン式	滑動弁	4.90	1.03	79	190	60	0.35	1.20
Bliss	同上	機械的 リレー	—	1.35	78	160	—	0.49	—



第 69 圖 縦舵機表性圖の採り方

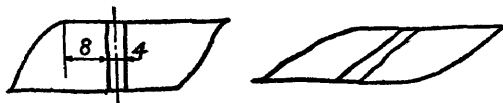


第 70 圖 縦舵機試験状況

- A.....目盛を施した臺盤
- B.....臺盤に對し任意の角度に据えられる片
- C.....臺盤の中心でピボットされた縦舵機支臺
- D.....調整輪
- E.....斜進角度用齒輪
- F.....サーボ・モートルに連結された操舵桿
- G.....表性圖記録用鉛筆

動し、試験臺の方向をD點を中心として水平面内で左右平等に毎分 80 回位の割合に振動かし、それに伴ふサーボ・モートル操舵桿の動きを紙片に描かせる。これは同圖の右方に示す様な線圖となり、これを縦舵機の表性圖と稱してゐるが、その形狀よりして縦舵機及びサーボ・モートル滑弁部等の工作並に調整の適否を判斷するのである。⁽¹⁾

最近の縦舵機調整装置は第 70 圖に示す如きものであり、實際の表性圖の例を示せば第 71 圖の如くである。



第 71 圖 縦舵機表性圖の一例

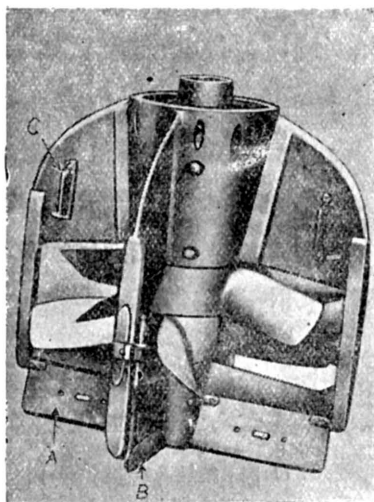
(左圖は無荷重の場合、右圖は 23kg の荷重をかけて採取したもの)

偏倚即ち進路より逸れると云ふ事は魚雷にとつては致命的である。若し、縦舵機に變調を來たし、一度所定の方角を失つたならばこれを舊に復する事は出来ぬ。従て、縦舵機の取扱に際しては深度機の場合に比し更に一段の注意を必要とする。

尙、縦舵機固有の偏倚を補正するために、横鰭の面上に第 72 圖の C に示す様な所謂固定縦舵を設け、發射試験の成績に基いてその位置を加減し、所期の結果を収めてゐるものもある。但、最近の縦舵機に於ては工作精度、性能も向上し、固定縦舵の使用は廢されるに至つた。

縦舵機轉輪は既述の様に空間に對して一定の方角を保つが、地球は自轉するため偏倚を生じ、これは長距離發射の場合には無視し得ぬ程度になる。それで、第 75 圖 K に示す様な轉輪後方に設けた調整錘を

(1) Trajectory do Torpedo no Plano Horizontal. Missao Naval em Fiume. 1912



第72圖 固定縦舵

加減して適當な歳差運動 (precession) を生ぜしめ、地球に對して直進⁽¹⁾させる案もある。尙、出來得べくんば、縦舵機は發射の直前發射と同方向において調整する事が望ましい。尤も、比較的射程の短い中速若しくは高速魚雷に於ては斯る考慮は不用である。

5.4 操舵機

ジャイロスコープ又は深度機などの微小運動を利用して所期の操舵作用を行はせるためには、^{サーボ・モートル}servo motor を用ひる。

5.4.1 横舵機

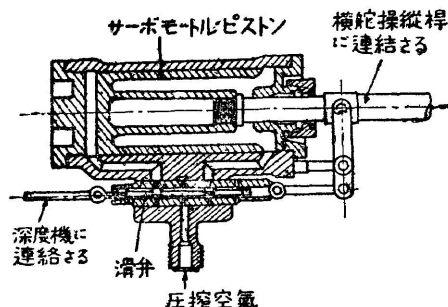
横舵操縦用のサーボ・モートル即ち横舵機では、極く正確に深度を

(1) 野滿隆治：地球自轉に因る飛行體の偏差

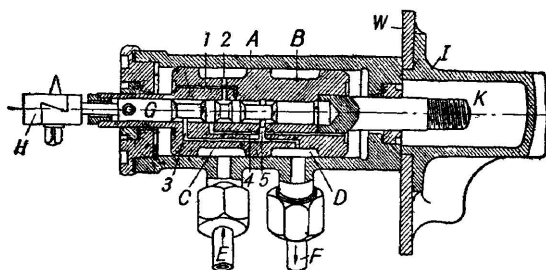
火兵學會誌（大正5年海軍部内にて發表した論文の轉載）

調整せねばならぬ關係上、その運動を深度機によつて動かされる滑弁の動きに比例させる様に設計してある。

横舵機構造の一、二の例を示せば第 73 圖及び第 74 圖の如くである。



第 73 圖 横舵機の構造 (ドイツ魚雷)



第 74 圖 横舵機の構造 (ホワイトヘッド魚雷)

第 74 圖に於てシリンダ A には給氣管 E 及び排氣管 F が取付けてある。B はピストンで、外周に二つの圓周溝 C 及び D が設けられ、中心の孔には滑弁 G が嵌つてゐる。B には滑弁室をシリンダの前後に通ずる孔 1 及び 4、並に滑弁室を圓周孔に通ずる孔 2 及び 3 があけてある。圖には 1 と 2、4 と 5 等が互に交叉する様になつてゐるが、實際はこ

れ等は別の面内にあり交叉はしてゐない。

深度機の運動は桿Hから滑弁Gに傳へられる。滑弁が後方即ち圖の右方に動けば、給氣溝C内の空氣は孔2から1を経てピストンの左側に入り、これを右に押す。而して、これと同時にピストンの右側の空氣は孔4と3を通つて排氣管Fに逃げる。

従て、ピストンは滑弁と同一方向に動き、孔1と4の口が滑弁によつて閉されればピストンの兩側に對する空氣の供給も排氣も斷たれてピストンは止まる。滑弁Gが圖の左方に動けば、上述の場合と同様な具合にピストンは左方に動く。

横舵機は作動中空氣の膨脹により溫度も下り、第73圖の様な設計では滑弁框部が歪み、作動が圓滑でなくなる惧もあるので、第74圖の様な構造のものが多く用ひられてゐる。而して、第6圖のPに示す様に機關室の海水中に曝らし、凍結を防ぐ様にする。

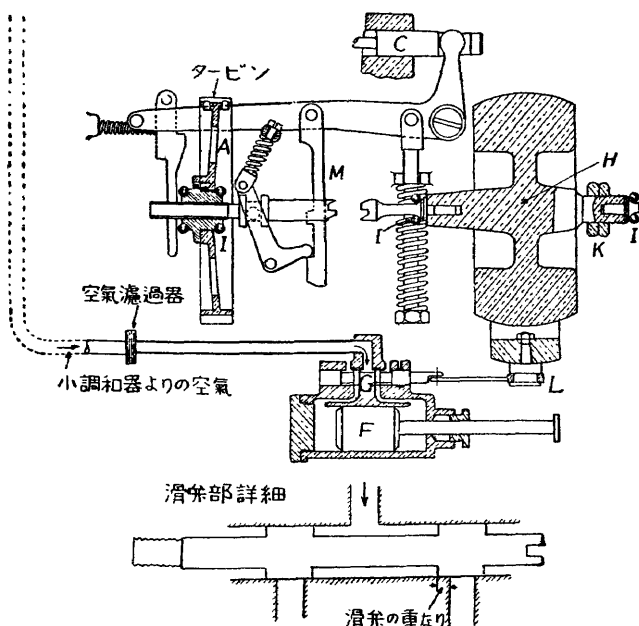
現今の53.3cm魚雷に於ける横舵機ピストンの直徑は38mm、行程15mm、而して、作動空氣壓力は15kg/cm²程度であり、深度機が滑弁を動かす力は15~20g程度のものである。

5-4-2 縦舵機サーボ・モートル

縦舵操縦用サーボ・モートルの原理も大體同様ではあるが、これでは微妙なジャイロスコープの作用に悪影響を及ぼさぬ様に滑弁を極く軽くし、その運動に従て舵を左又は右に一杯に引く様な設計にしてゐる。

縦舵は横舵の様に魚雷の負浮量、トリム等に對する考慮、作用は不要であり、従て、その面積も少くてよい。

尚、一般にサーボ・モートルが時間的の遅れ無しに敏活に作動する



第 75 圖 縦舵機サーボ・モートルの配置

ためには、第 75 圖の下方に示す滑弁及び孔のふちの重なりを極く小さくする事が必要である。然し、同寸法が過少の場合には空気漏洩量の増す惧がある。滑弁部の加工並に摺合せは極く入念に行ひ、同部の重なりは縦舵機用のものでは 0.2 mm、横舵機の場合には 0.3 mm 程度にしてある。

尙、縦舵機用サーボ・モートルに於ては以前は上述の様な滑弁の代りに回転弁を用ひてゐたが、摩擦抵抗も多いので廢れてしまつた。

5.4.3 操舵系統空気消費量

縦舵機の發動、回轉速度の維持並に操舵等に消費される空気重量は

<http://navgunschl.sakura.ne.jp/>

既に述べた様に平均して $0.08 \sim 0.10 \text{ kg/mn}$ 程度であるが、横舵機に於ても略同程度即ち $0.07 \sim 0.09 \text{ kg/mn}$ の空気を消費する。従て、普通の 53.3 cm 魚雷に於けるこれ等自動操縦装置関係の空気消費量合計は、低速長距離発射の場合にも全消費空気重量の 3% 餘に達し、高速発射の場合には更に大なる割合を占めるのである。

5.5 操舵の影響

5-5-1 縦舵操舵に伴ふ現象

魚雷が縦舵を操る時は一般に下の様な現象を伴ふ。

- (1) 瞬時推進力を減退せしめる。
- (2) 魚雷全體を操舵方向と反對の側に押しやる。
- (3) 縦軸の周りに偶力を生ずる。
(この偶力は魚雷に横揺をも起させる。)
- (4) 横軸の周りに偶力生じ頭部を揚げんとする。
- (5) 所謂旋回偶力を生ずる。

従て、使用雷速の範圍を考へ合せ、縦舵の面積並に操舵角度を適當にきめ、上記 1~4 の影響は可及的に小ならしめる様にするのである。縦舵面積が過大なる時は横揺の周期が早くなり、雷速も幾分低下する。

5-5-2 横舵操舵に伴ふ現象

次に横舵を操る時も略同様の現象を生ずるもので

- (1) 推進力を減退せしめる。
- (2) 魚雷全體を操舵の方向と反對側に移動せしめる。(即ち下方

操舵の場合にはその操舵の瞬時に魚雷全體を水平に持上げ、上方操舵の際には全體を押下げる様な力が働く。）

(3) 操舵により頭部を上向又は下向せしめる偶力即ち浮揚偶力或は潜入偶力を生ずる。

魚雷に於ては水面跳出は禁物故、上下の操舵量には多少の差異をつけ、下方操舵を幾分容易ならしめる様に調整する。

横舵は面積は大なるもその操舵量は極く僅か故、操舵桿部の撓み、又はリンク部の緩み若しくは摩擦等はなるべく小ならしめる様にせねばならぬ。

以上、縦舵及び横舵がそれぞれ單獨に操られた場合の現象を極く簡単に述べたが、實際には縦、横兩舵が干渉し合ひ複雑な運動をなすのである。即ち、縦舵が操られると魚雷はその方向に旋回するが、同時に、二次的現象として横傾斜をも伴ひ、一般に潜入の傾向を生ずる。故に、一度縦舵が操られると、同時に横舵も操られるに至る事は想像に難くなく、第 10 表に示すホワイトヘッド 53.3 cm 魚雷の一試験成績もこれを裏書してゐる。

第 10 表 雷速と操舵回数

操 舵 回 数 雷 速 (knot)	毎 1 000 m		毎 分	
	縦 舵	横 舵	縦 舵	横 舵
26	26.5	26.5	22	22
32	25	25	25	25
38	23.5	23.5	27	27

これは、魚雷に於けるメタセンタの高さの影響並に水の抵抗等に基づ因するのである。メタセンタの高さが小さいと縦舵操舵に伴ふ横傾斜

も少いが、一方、發射時の横搖に對する安定と云ふ見地よりしては、メタセンタの高さは大なる事が望ましい。

斯る矛盾に對しては、メタセンタの高さを可及的に小にし、積極的に横搖防止装置を用ひると云ふ事も考へられる。然し、魚雷の如き場積の餘裕乏しきものに餘り複雑な装置を用ひる事は却つて間違の基となる惧もあるので、現今の魚雷では斯る方法を講ぜず、メタセンタの高さを既述の様に 10~13 mm 程度に設計してゐるのである。

尙、鰭並に舵の面積、操舵角度等は魚雷のトリム、負浮量等をも考慮の上適當に決定すべきは論を俟たない。

第6章 魚雷發射裝置

魚雷發射裝置には

- (1) 單に魚雷を水中に保持し、機關を發動せしめると推進器の作用により自身で出て行かせる様にした所謂發射框
- (2) 魚雷を重力の作用により水中に落下せしめる空中よりの落射裝置
- (3) 魚雷が丈夫な管の中に裝填され、火藥若しくは壓搾空氣により水面に發射される水上發射管
- (4) 同様の水中の裝置即ち水中發射管（これには艦の軸方向に添ふて設けられたもの及びこれと直角方向即ち側方に發射する式の二種類ある。）

等種々のものがある。この中(1)は製造工場に於ける發射場設備として用ひられる單なる鐵骨の框體に過ぎない。(2)は雷撃機に於ける魚雷懸吊兼落射裝置で、これは 6-2 に述べる。

扱、一般に魚雷發射裝置としては

- (1) 艦船の動搖に對して發射前魚雷をしつかり押へて置く（魚雷側には導子が設けられてゐる。）
- (2) 發射の際に推進器の機能を確實に發揮せしめる。（發射の際發動挺を倒し、自動的に魚雷諸裝置に作動を起させる。尙、水面落下の際水受板に作用する水壓により初めて機關は所求の作動状態に入る。）
- (3) 發射前には魚雷の主要裝置を保護する。
- (4) 所求の方向に魚雷をむけ易からしめる。

(5) 魚雷が艦船より離れる瞬間に於ける事故を避ける様にする。

尙、水中側方發射の場合等に魚雷が折れぬ様保護する。

(6) 各種裝置の調整を容易ならしめ、且、日常保持の際注意を拂ひ易からしめる。

(7) 發射裝置の調整により種々の射出速度を與へ得る様にする。

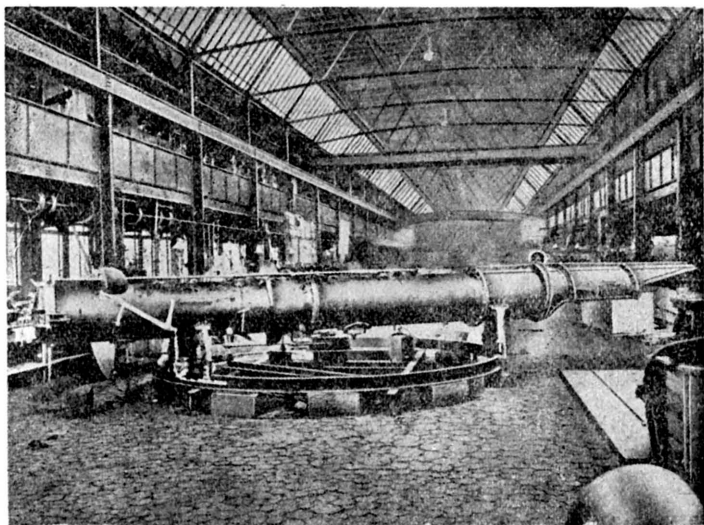
等幾多の要求を充さねばならぬ。

6.1 發 射 管

6.1.1 水 上 發 射 管

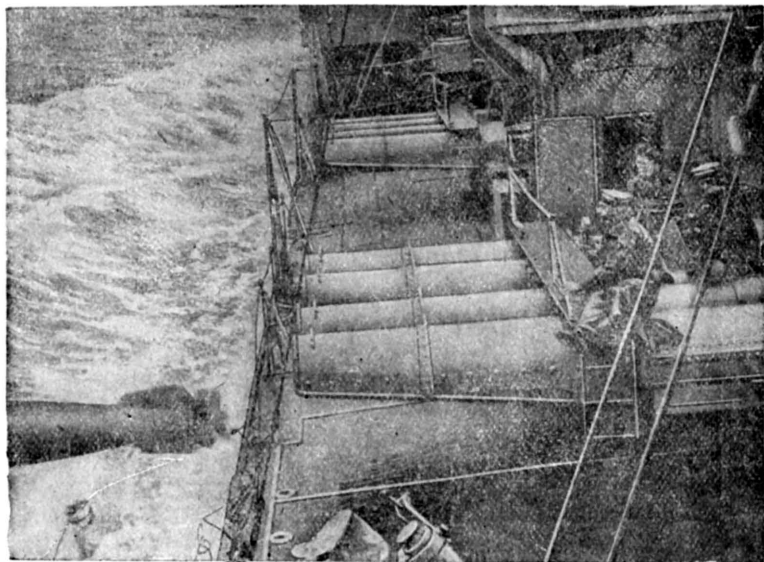
これでは火藥又は壓搾空氣により魚雷を發射するのであり、發射平均壓力は $2\sim 3\text{ kg/cm}^2$ 、射出速度は $13\sim 15\text{ m/sec}$ 程度である。火藥使用の場合には、重量 700 kg の魚雷に對して 300 g 程度の火藥量を用ひればよい。又、 $20\sim 30\text{ kg/cm}^2$ の壓搾空氣なら 50 l 位を必要とする。

魚雷の重心が發射管を出る瞬間には、尾框の上方の鰭が發射管上部の母線を摩擦する。それで、縦鰭の上下端部には第 6 圖の G D に示す様にリグナムバイタ付の案内片を設ける。尙、魚雷の主要部が拔出た後は魚雷と發射管との間の凡ての力を受けるのは尾框部の 4 枚の鰭である。それで、發射管上方母線の延長部に所謂匙^{サジ}を設け、假令發射速度の大ならざる場合にも鰭に無理のかからぬ様にする。即ち、匙部にも T 形の溝がほつてあり、これに嚙合ふ T 形導子により魚雷は尾框部が發射管を離れる極く少し前迄支へられてゐる。この匙部の長さ並に發射速度の加減により、魚雷は適當な入射角度を與へられるのである。水上發射管としてはこの種の所謂匙型發射管が最も普通に用ひら

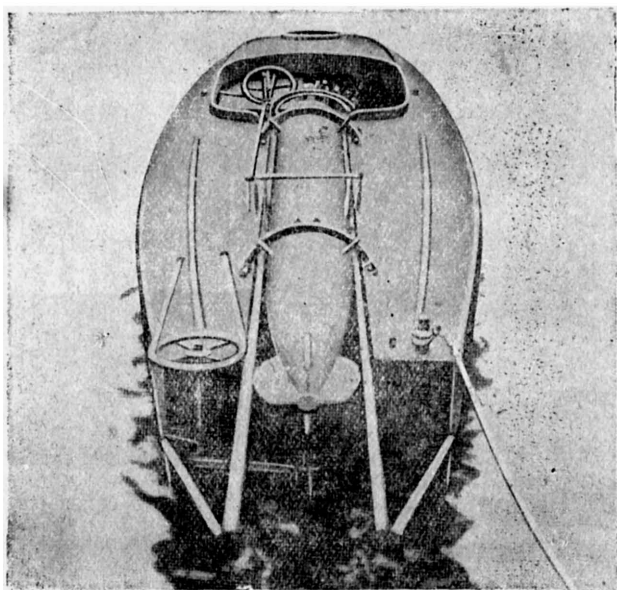


第76圖 水上發射管

(右方に取付られてゐるのが所謂「匙」である。匙は三つの部分よりなり、取外して長さを加減する事が出来る。)



第77圖 イセリス驅逐艦^{アフリカ}AF RIDI號上の四聯装水上發射管(53.3cm魚雷)



第78圖 ^{ソーザロフト} イギリス THORNYCROFT 社40呎高速魚雷艇
に於ける魚雷装着状況（1916年當時のもので、
本圖には模擬魚雷を用ひてある。）

れてゐる。尙、水上發射管は第 76 圖に示す様に旋回塔に裝備されるので、旋回發射管とも稱せられる。而して、第 77 圖の如く 2 乃至 4 門聯裝する場合が多い。⁽¹⁾

聯裝發射管から魚雷の一齊發射をすると、水中に入つてから魚雷が互に衝突する事がある。この缺點を除くためドイツでは 2 本の發射管を平行にせず 15° の角度を與へてゐるとの事である。この場合一齊に發射された魚雷の進路は異なるが、これは斜進機で調整するのである。水上發射管は専ら驅逐艦、水雷艇等の小艦艇に採用されてゐる。

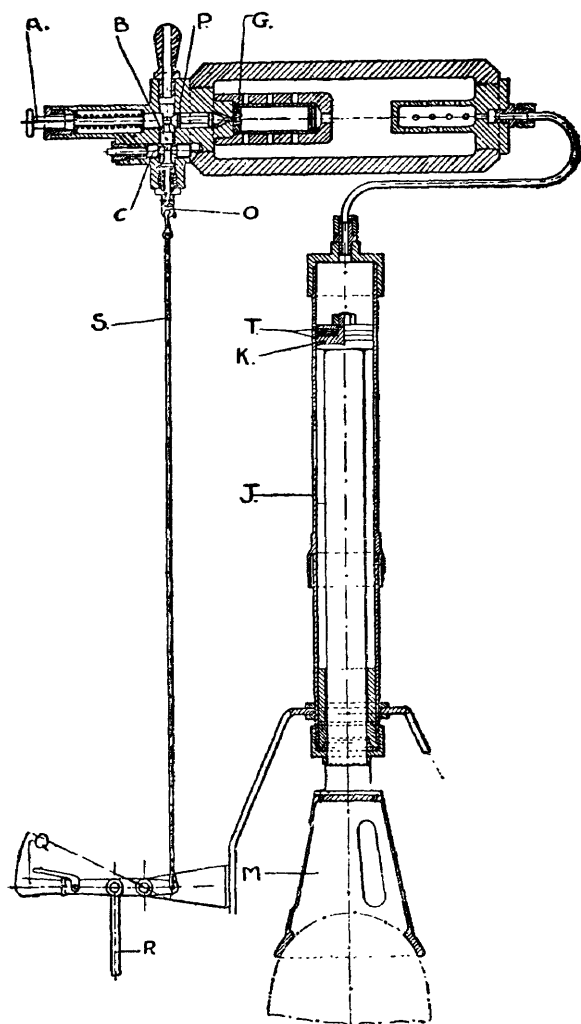
6-1-2 高速魚雷艇に於ける發射裝置

この外、高速魚雷艇では積載重量輕減の必要上發射管の如きものは設けられず、例へば第 78 圖に示す様に魚雷を裝着する。而して、目標に向つて進行しながらこれを後方に突落して發動せしめ、艇は適當な操舵により回避するのである。實驗の結果によれば、艇速 30 knot 位の場合には魚雷を約 17 knot 即ち 8.7 m/sec 位の速度で後方に突落してやればよい事が確められた。これでも魚雷は差引して進行方向に 13 knot の速力を以つて發射されたと同じ結果になる理である。

このため Thornycroft 社では第 79 圖に示す様な發射裝置を考案した。⁽²⁾ 即ち、發射時艇長がハンドルを操作すると魚雷を側方より押つけ保持してゐる力が緩み、同時に圖の藥室 G 内の火藥が點火し、その

(1) Lieut.- Commander Edgar P. Young, R. N. (ret.) :- The Making of a Torpedo. The Sphere, Jan. 6, 1940.

(2) Sir J. E. Thornycroft :- Coastal Motor Boats. Paper read at the Meetings of the 64-th Session of the Institution of Naval Architects, March 21-st, 1923



第 79 圖 Thornycroft 高速魚雷艇に於ける魚雷發射裝置

壓力により ram Kが押出され、アルミニウム製圓錐Mにより支へてゐる魚雷を後方——圖では下方——に突放するのである。45 cm 魚雷の場合には火薬 (No.37 Cordite^{コルダイト}) を 1.5 kg 用ひれば十分との事である。尙、第 78 圖に見える様に兩側の枠は後方迄延びており、魚雷は軸方向に正しく向けられながら發射される様になつてゐる。

この経験を基として Thornycroft 社では第一次歐洲大戰中引續き全長 55 呎即ち 16.5 m の高速魚雷艇を製作した。これは 375 HP の機關 2 臺を裝備して、最高 40 knot の速度を出し、第 80 圖に示す様に 45 cm 魚雷を 2 本裝備してゐる。

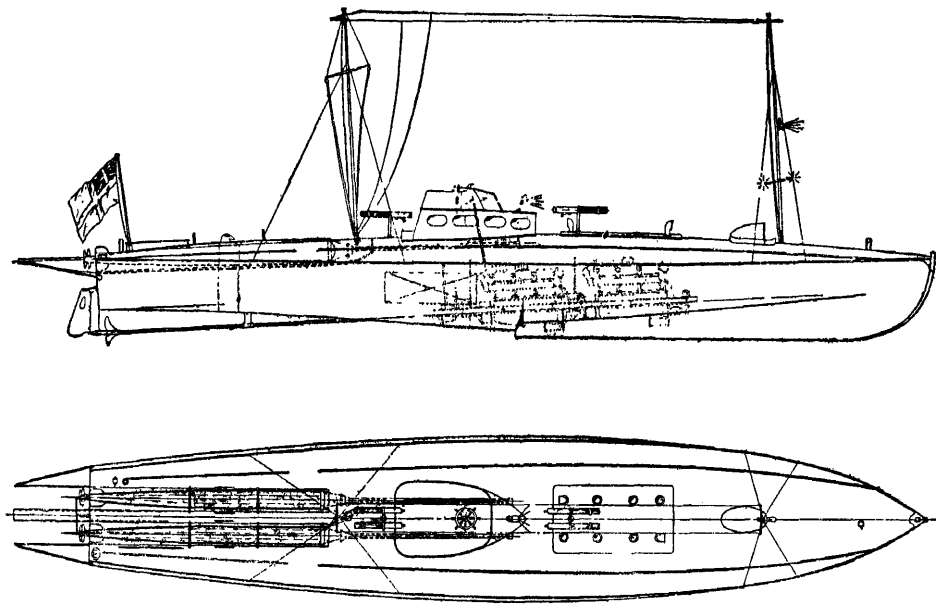
爾來最も熱心にこの方面の研究を續けてゐるのはイタリー及びイギリス兩國である。而して、内燃機關の發達に連れて益々艇速も向上し、最近では全長 19~21 m、速力 45~50 knot に達する高速魚雷艇が列強に於て盛んに使用され、更に大形のものも現れんとする趨勢にある⁽¹⁾。これ等は 53.3 cm 魚雷 2 本又は 45 cm 魚雷 4 本を搭載し、外に爆雷等も積んでゐる。

魚雷發射裝置に對しても上述の Thornycroft 社の方法の外舷側より枠に吊して落す式その他種々の考案が行はれてゐる。

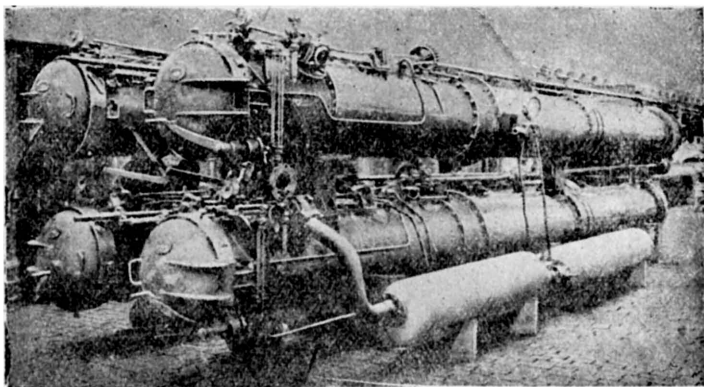
6-1-3 水中發射管

水中發射管では出口の所に戸口即ち門扉^{メンビ}を設け、これを閉ぢて置いて魚雷を裝填する。發射後水は發射管内に入込むが、逆止弁のため發射用氣蓄器内には入らぬ。而して、門扉を閉し、水を掻出してから再裝填するのである。

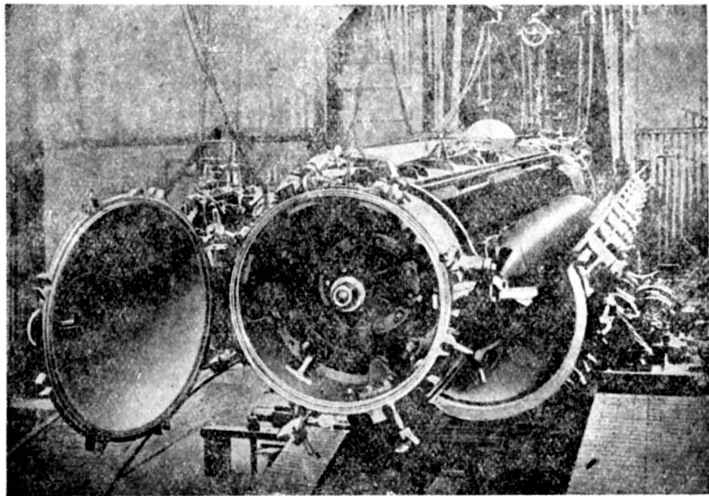
(1) 最近の高速魚雷艇に關しては The Motor Boat and Yatching 1939 年 ~その他を参照されたい。



第 80 圖 'Thornycroft 55 呎高速魚雷艇



第81圖 潜水艦用水中發射管



第82圖 側裝式水中發射管

水中發射管では發射の際魚雷は發射壓力の外にかなり大きい水の抵抗を受ける。従て、發射壓力も稍高目にするが、發射の際に發射空氣若しくはガスが氣泡となつて水面に痕跡を残す。これは潜水艦の場合等には敵に發見される直接の原因ともなるので、氣泡を減少若しくは除去するため、各國に於て種々の考案も行はれてゐる。

尙、發射管の門扉が閉ぢてゐる時には發射出來ぬ様、又、門扉が開いてゐる時には發射管の蓋が開けられぬ様な安全裝置も設けてある。

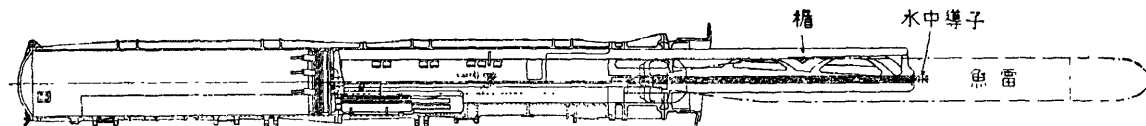
潜水艦では前方軸方向に 4 乃至 6 門の發射管を第 81 圖に示す様に一まとめにして配置する。然し、後方には推進器軸が通つてゐるため 2 門以上の發射管を配置する事は困難な場合が多い。一例を述べれば、1 200 ton 級の潜水艦では發射管を 10 門程度設け、それと略同數の豫備魚雷も搭載してゐる。尙、最近の潜水艦には舷側水中發射管は殆んど用ひられておらぬ様である。

戰艦、重巡等では發射管を敵彈より保護するため主として水中發射管を用ひるが、これには側方に發射する様な所謂舷側水中發射管が多い。舷側發射管では後方の場積を節減するため第 82 圖に示す様に發射管を二つ割にし、側方より魚雷を裝填する様な構造のものが多く、これを側裝式水中發射管と稱してゐる。

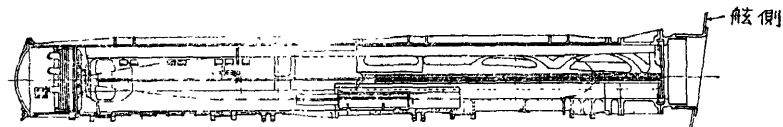
航行中の艦船に於て魚雷を舷側水中發射管より發射する場合には、魚雷はその重量に數倍する水の側壓を受け、折れる惧もあるので、第 83 圖に示す様に魚雷に添ふて抜け出し、これに直接側壓の加はらぬ様保護するための^{コブ}楯を設ける。

斯る發射管は重量大、且、楯を操縦するのに時間を要し、發射回數を減する等の缺點もあるので、驅逐艦等には用ひられない。

斯る缺點を除くため第 84 圖に示す様に發射管の出口を擴げ、發射

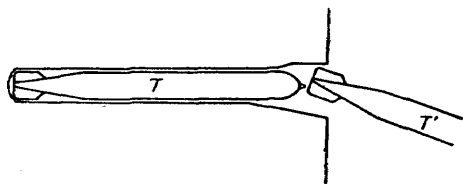


魚雷拔出狀態に於ける水平断面図



魚雷裝填狀態に於ける水平断面図

第83圖 側裝式舷側水中發射管の構造

第 84 圖 フツバ
喇叭狀水中發射管

速度を大にしてこの楯を廢しようとの試みもある。尤も、これでは魚雷にかなりの無理が加はる事は免れない。

水中發射管は方向を變へ得る様に設計する事は困難である。水密な球面接手を用ひる事も考へ得るが、複雑で實用的でない。

故に、既述の様な斜進機の使用によりこの缺點を補つてゐるのである。

尚、水上並に水中發射管共 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 下方に傾けて据付けた方がよい。

6・2 飛行機よりの魚雷發射

6・2・1 飛行機魚雷

魚雷を飛行機についで敵艦船に近づき落射すると云ふ案は、1912 年アメリカの海軍少將 ^{フィスケ}Fiske が特許を得たのに初まるが、實際に魚雷を飛行機より落射する試みは同年イタリーの ^{グイドーニ}A. Guidoni により行はれたのが嚆矢である。⁽¹⁾

而して、第一次歐洲大戰中の 1916 年イギリス海軍は雷撃機でドイツ船 2 隻を沈めたが、越えて 1917 年 11 月 9 日ドイツは水上飛行機 3 機で聯合國側の護送船團を雷撃し、イギリスの 2000 噸級汽船に魚

(1) On Torpedoes and Things. The Aeroplane, Nov. 4, 1925

雷を2本命中せしめ3分で同船を沈没せしめた。⁽¹⁾

當時は特別の飛行機魚雷も生れておらず、飛行機の搭載力も少なかったため、沿岸航行中の敵艦船を低空より雷撃し得る程度に過ぎず、餘り華々しい場面も展開せず終つた。

その後、戦艦、重巡等を目標とする場合には装薬量の多い、従て、大形長距離魚雷が必要であると云ふ意見、並に、潜水艦、高速魚雷艇及び飛行機等の發達に連れて比較的射程は短くとも高速の魚雷を必要とすると云ふ意見とが起り、結局、それぞれの用途に應ずる各種の魚雷が研究されるに至つた。

而して、高速魚雷の近距離發射に於ては6・3に述べる様に命中率が高く、假令装薬量は少くとも同一艦船に數本の魚雷が命中すれば相當な打撃を與へ得るので、雷速の向上と云ふ事は益々重要視されてゐる。

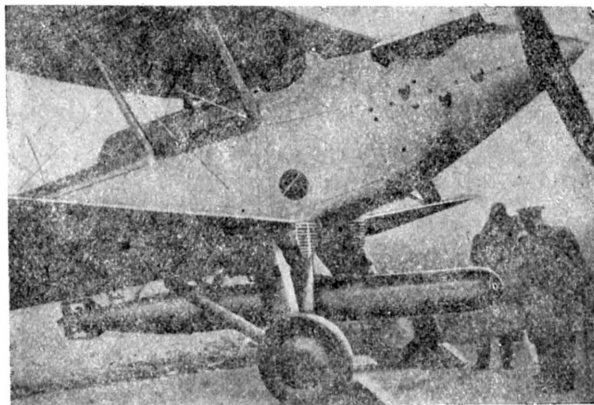
尤も、水中抵抗は空氣抵抗の約800倍に達するので、斯る高雷速を實現するためには非常な大馬力の機關を狭い場積に収める様に設計せねばならず、射程も著しく短縮するのは免れない。これ等高速魚雷に對しては抵抗を減するため更に頭部の形狀を吟味するとか、航走狀態の安定、有效射程の延長と云ふ様な方面に幾多研究改良すべき問題が残されてゐるのである。

飛行機魚雷も高速魚雷の一種であり、1923年頃よりイギリスが先づ研究に着手した。この種魚雷は水面落下時下面、就中、頭部及び氣室接合部附近等に強い應力を受けるのでその補強、並に縦舵機轉輪、深度機搖錘等の支持方法に對して特別の考慮が必要である。

(1) H. Pelle des Forges :- L'Avon-Torpilleur bouleversera-t-il les Conditions du Combat Naval ? La Science et la Vie, Nov., 1934.

飛行機魚雷としては射程は高々 3 000 m 程度でよいので、多少氣室の長さを短縮してその代り装藥量を増すとか、又は水面落下時の衝撃に堪へる様各部を補強する等の改良も加へられてゐるが、主要構造は既述のものと大差ない。尙、直徑の割合に全長を短くし過ぎると航走状態が悪くなり却つて雷速もおちるので、全長は少くとも直徑の 12 倍以上が必要であると云はれてゐる。

飛行機魚雷出現の當初は魚雷落射時の水面跳出を防ぐため、第 85 圖に示す様に多少俯角を與へて機體に取付けたりしたが、その後、飛

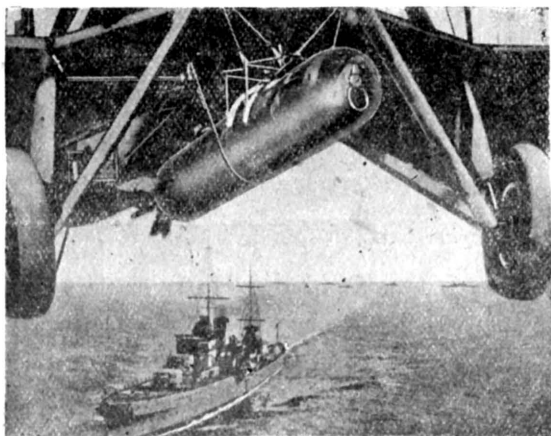


第 85 圖 イギリス ヴィッカーズ ヴィルフェースト Vickers "Vildebeest" 雷

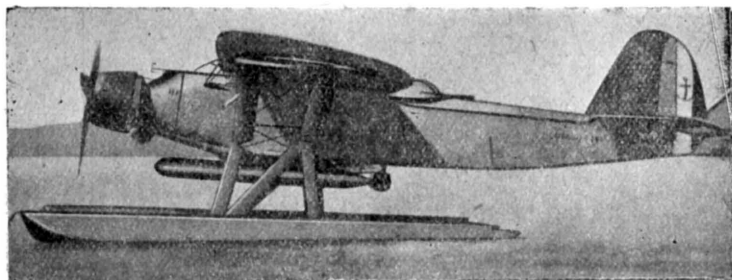
撃機に於ける魚雷の取付 (1929 年當時のもの)

行時の空氣抵抗を減ずるためこれを水平に支へ、發射時尾部をおそく離して適當な射入角度を與へる等魚雷支持並に發射裝置にも幾多の考案が現はれた。一、二の例を示せば第 86 圖及び第 87 圖の如くである。

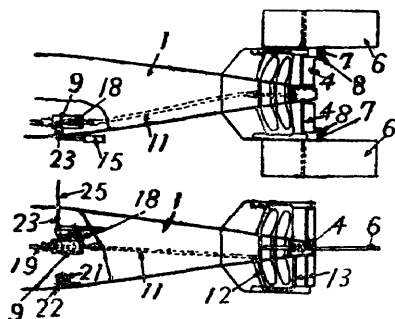
而して、魚雷側としても射入状態を改善するために種々の工夫が行はれてゐるが、その一案を示せば第 88 圖の如くである。



第 86 圖 魚雷搭載飛行中のイギリス雷撃機
フライトリベン
Blackburn “Ripon II” (1930年)



第 87 圖 フランスの雷撃機
ラテコエール
“Latécoère 29” (1932年)



第 88 圖 ノルウェー海軍に於ける
飛行機魚雷安定装置案

圖に於て魚雷 1 は、飛行機から落されて空中を通過する間に、雷軸を雷道に接線方向に保つために、風翼 15 によつて支配される水平舵 6 をもつてゐる。この水平舵は聚合突起 7, 8 によつて普通の横舵 4 に連繫され、風翼 15 は、普通の操舵機 9 上の弁 18 に作用する様になつてゐる。而して、この操舵機は操舵桿 11、二腕挺 12 及びリンク 13 を介して横舵と連繫してゐる。

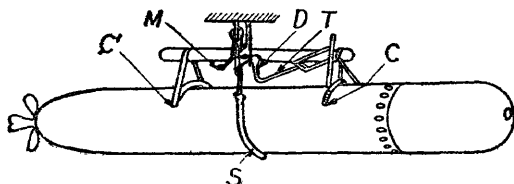
魚雷が飛行機から或距離離れると、線 25 によつて飛行機に連結されてゐるピン 23 が引抜かれ、風翼 15 は自由になる。魚雷が水面に落ちて双 22 が水の力を受けると 22 は弁 21 上で向きを變へ、弁は壓搾空氣の弁 18 への供給を斷ち、送氣を深度機の深度調整弁へ切換へるのである。

尙、イギリス海軍では落下高度 30 m 程度で用ひてゐるが、イタリー海軍では 100 m にも及び、又、射程は大體 2000 m 位で使用されてゐる様である。

6-2-2 魚雷懸吊裝置

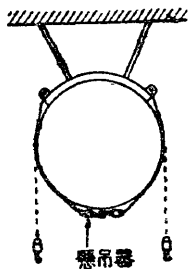
飛行機魚雷は第 89 圖に示す如く重心附近を一本の索で抱く様にして機體に裝備するのが普通である。

この索は第 90 圖の様に下方で懸吊器によつて結合するが、同部の設計には種々あり、何れも發射の際には懸吊器の嚙合部を操縦席から



第 89 圖 魚雷懸吊要領

C 及び C'.....魚雷押へ D 及び T.....分離裝置
M.....懸吊索緊張機構 S.....鋼製懸吊索

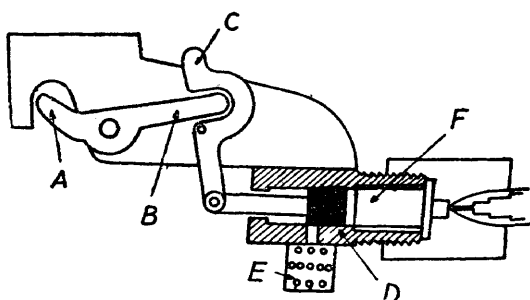


第 90 圖 懸吊器部

手動又は電氣的に外す様になつてゐる。

又、その變形として第 91 圖に略示する様に電氣發火式薬包のガス⁽¹⁾によつて嚙合を外す式のものもある。

(1) 既掲 La Science et la Vie, Nov. 1934



第 91 圖 電氣發火式薬包使用の懸吊器

- | | |
|-------------|------------|
| A.....爪 | D.....ピストン |
| B.....連結用こて | E.....排気筒 |
| C.....分離用こて | F.....薬莖 |

これでは火薬Fの爆發によりピストンDが左方に動き、分離用こてCが連結用こてBより外れ、従て、爪A部で止められてゐた懸吊器の嘴合が外れ魚雷は落射されるのである。

上述の様な構造のものに於ては魚雷投下後索や懸吊器が風で跳ねて機體を損傷するのみならず、かなりの抵抗ともなるので、發射と同時に索も捨てる様な式のものも考案されてゐる。

尙、最近では第 92 圖に示す様に胴體内に魚雷を裝着する様な所謂内裝式の大形雷撃機も現はれてゐる。

魚雷を飛行機に積込むためには、重量の點から人力で直接持つて行けぬので、第 92 圖に示す様に特殊の運搬車で機體の下に運び、調整器で上に持ち上げて所定の位置で抱かせるのである。

航空母艦上では離艦の關係上、艦載雷撃機の全備重量も制限されるが、魚雷をもつた場合には燃料の外に抵抗も増加して航續力がかなり減少する。一方、航空母艦としては餘り敵に接近する事は避けるべき

HP『海軍砲術学校』公開史料

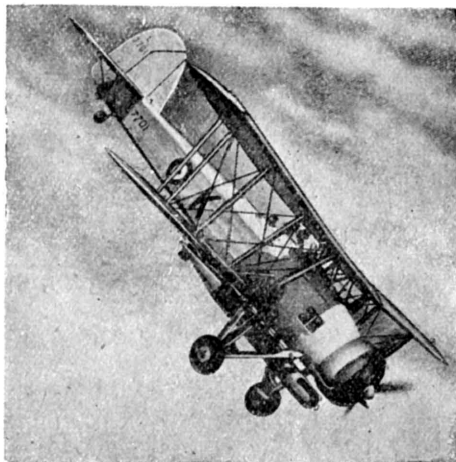
第6章 魚雷発射装置



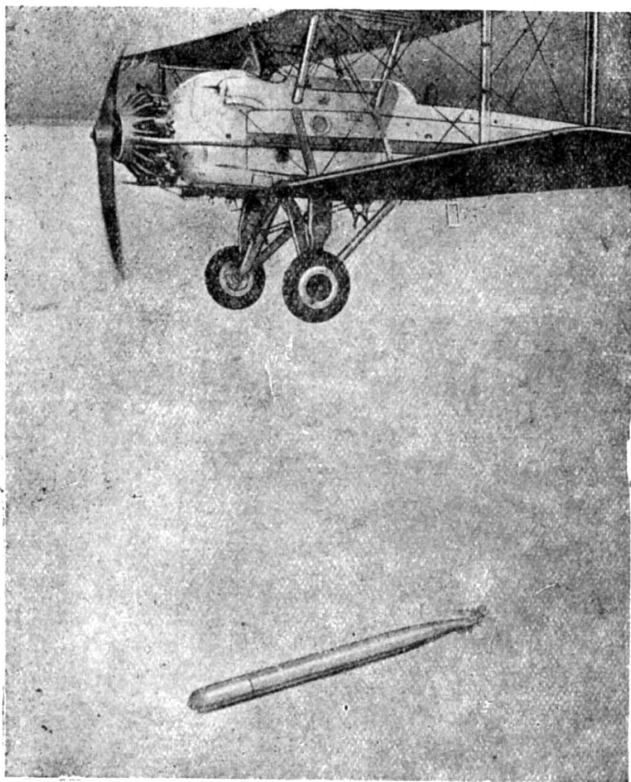
第92図 イギリス雷撃機 ^{ブラストン} Bristol “Beaufort”
に魚雷を積込む所 (1939年)

であるから、雷撃機は魚雷搭載の状態ではかなりの航続距離を要求される。

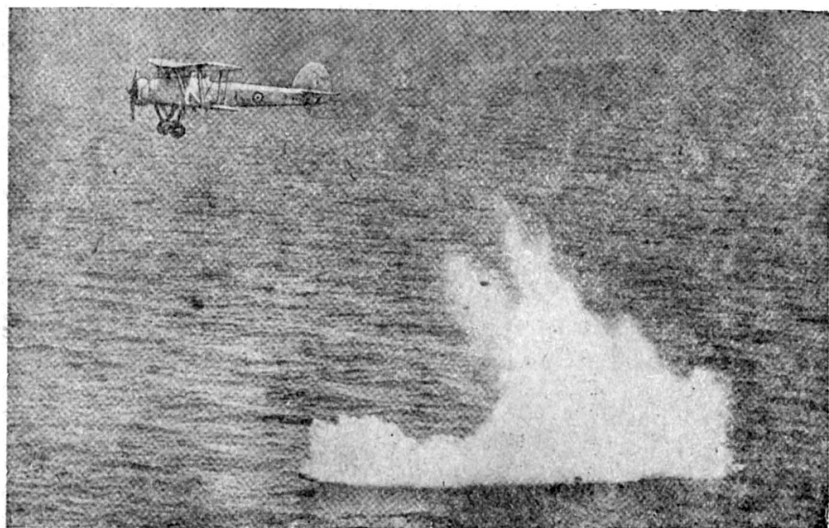
イギリスでは今尚雷撃機として複葉機を使用してゐるのは限られた



第93図 イギリス雷撃機 ^{スワードフィッシュ} Swordfish が將に
雷撃に移らんとする状態 (1936年)



第94圖 魚雷落射狀態



第95圖 魚雷水面落下の瞬間

寸法の機體で翼面積を大きくせんがためであると思はれる。飛行機魚雷發射狀況の一例を示せば第 93 圖乃至第 95 圖の如くである。

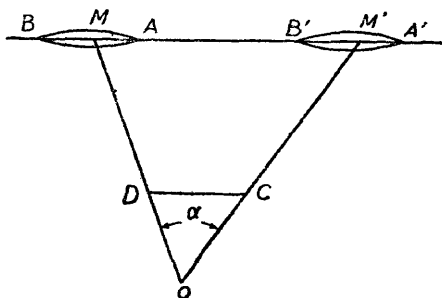
ここに例示したイギリス雷撃機スオードフィッシュはドイツ戦艦ビスマルク號雷撃及びイタリー Taranto 港襲撃等に用ひられたものであるが、比較的速力も低く、武装も貧弱で飛行機自體としては最新式とは謂へない。

但、最近では單葉高性能の雷撃機も現はれて來た。

6.3 照準裝置

今、第 96 圖に於て v なる速度で進行しつつある敵船 AB の中央 M 點を照準せんとする場合、 O 點に於ける發射管をどの方向に向けて發射すればよいであらうか？

魚雷命中の瞬間には敵船は $A'B'$ の位置に進み、從て、 M 點は M' 迄移動する。今、 V を雷速、 t を命中迄の魚雷航走時間とすれば



第 96 圖 方位盤の原理

$$OM' = Vt$$

$$MM' = vt$$

從て、所求の點 M に魚雷を命中せんがためには、發射管は OM と α

なる角度をなす方向に向けて發射せねばならぬ。

この角度を計算する代りに、方位盤と稱する三つの定規を有する裝置によつて OMM' に相似な ODC なる三角形を構成し、 OC の方向に向けて、魚雷を發射するのである。この場合に $OC = V$ に、又、 DC は方向及び大きさを v に相當する様にとる。而して、 OD は M 點を狙ふ様に定める。従て、この方向は發射方向とは α だけ偏倚してゐるわけである。夜間發射にそなへて方位盤の O 及び D の頂點は豆電球で照し得る様になつてゐる。又、遠距離發射に對しては照準用の望遠鏡も備へてある。

發射に際しては

- (1) 雷速の變動に基因する誤差
- (2) 目標の速力觀測に對する誤差
- (3) 目標の進路觀測に對する誤差
- (4) 照準の誤差

等の誤差を伴ひ命中の精度を低下する。これに對しては

- (1) 射程は出来る丈け小なる事
- (2) 低速の目標に向ふ事
- (3) 高速の魚雷を用ひる事
- (4) なるべく目標の側面より攻撃する事

等の條件が望ましい。

魚雷發射法に關しては専門的に種々研究されてゐるが⁽¹⁾、2 000 m 位

(1) 動的と魚雷發射 火兵學會誌 第16卷第2號～

(The Engineer, June 28, 1918 抄録)

魚雷の發射に就て 火兵學會誌 第21卷第1號

(M. Delahaye : Mémo. de l'art. fr. Tome V. 1er fasc. de 1926)

M. Laubeuf et H. Stroh :- Sous-marins Torpilles et Mines.

1923, p 763～

の近距離より雷速 50 knot の魚雷を發射する場合の命中率は 50% 近くに達する。

それで、潜水艦、高速魚雷艇並に雷撃機用として高速魚雷の需要は益々増加せんとする趨勢にある。

普通の器械類の調整でさへ相當個人的教育練習を必要とするが、魚雷の如き精巧なる兵器に對してはこの點を特に重視し、絶えず發射訓練を行ふ必要があり、今次大東亞戰爭に於て我魚雷が一發必中の威力を發揮してゐるのは乗組員一同の血の出る様な精進の賜である事を忘れてはならない。

尙、現今の魚雷に於ける最大の缺點は排氣のため海面に航跡を残す事であり、この航跡を見て進路を變へ雷撃を免れる事も場合によつては可能なのである。

これに對しては既に述べた様に

- (1) はすみ車のエネルギーを用ひる ^{ホウエル}Howell 式魚雷の如きもの
- (2) 潜水艦に於けると同様蓄電池を動源として用ひんとするもの
- (3) 酸、水素を動源として用ひ排氣は水蒸氣として海水に吸収せしめんとする ^{ジョーンズ}Jones 又は ^{エレン}Erren の研究 (Erren は蒸氣の一部を以て機關の潤滑作用を營ませ海面に潤滑油の浮く事も防がんと試みてゐる。)
- (4) アンモニヤを動源として用ひんとするドイツ ^{フラム}Oswald Flamm の研究
- (5) ^{テルミット}Thermit を動源として用ひんとするドイツ ^{ペーバル}Pebal u. ^{フックス}Fucks の考案

等種々のものが現はれてゐるが、何れも成功するに至つてゐない。

結局、空氣効率の向上、從て、排氣量の減少を計るとか、排氣を分

散せしめる等の消極的手段により航跡をかくす様にするの外なしと云ふ現状である。

祕密兵器は一戦争が終了すると祕密でなくなると謂はれてゐるが、我魚雷に對しても將來戰に備へて次ぎ次ぎと改良進歩が加へられ、飛躍的發達を遂げん事を切望する次第である。(終)

附 記

第一次歐洲大戰後の數年間に歐米で發表された魚雷に関する特許の主なるものは、火兵學會誌 昭和 17 年 9 月號に掲載されてゐる故参照され度い。

索

引

イ

イタリー 8 氣筒機關.....50

ハ・バ

發動弁.....66

發火裝置.....10

發停裝置.....62

發射管.....106

發射框.....105

爆發尖.....10

破網器.....13

ニ

二重反轉推進器.....27

二列星型 8 氣筒機關.....48

2 氣筒複動機關.....39

ホ

方位盤.....121

ホウエル魚雷.....3

星型 4 氣筒機關.....46

保式魚雷.....3

ヘ

平衡室.....2, 19

ト・ド

頭部.....8

導子.....17

チ

運動裝置付調和器.....70

調和器.....6, 67

直進機.....93

沈降弁.....65

ル

Luppisの自動水雷.....1

オ・ヲ

横置 2 氣筒複動機關.....50

横舵に作用する力.....26

横舵機.....98

横舵初度.....80

横舵制止.....65

横舵制止裝置.....78

カ

加熱溫度.....44

加熱裝置.....38

加熱裝置の調整.....44

加熱裝置の容量.....40

カーチス タービン.....53

緩轉法.....64

タ・ダ

タービン.....52

惰性體式發火裝置.....12

端蓋.....15

ソ

操舵の影響	102
操舵系統空気消費量	101
操舵機	98
装薬	8
双軸輪縦舵機	92
装気及び塞気弁	61
側装式水中發射管	111

ナ

内燃機關	55
------	----

ラ

雷道頭部	14
雷速と操舵回数	103
喇叭狀水中發射管	113
螺距比	28

ウ

ウールウィッチ尾挺	22
-----------	----

ク

管類	72
空氣效率	45
空氣效率の値	57
驅水頭部	14

ヤ

藥莢	42
----	----

マ

膜板式小調和器	71
---------	----

ケ・デ

傾感度	78
懸吊器	118
舷側水中發射管	111
減壓弁	6

フ・ブ

ブリス式魚雷	52
附屬諸表置	61
ファン ストカム式深度機	82
フューメ尾挺	22
分離タービン式縦舵機	88
噴水加熱法	6
噴水加熱裝置	38
噴水加熱式機關	38

コ

骨筒	19
高速魚雷艇に於ける發射表置	107
後部浮室	19
固定縦舵	97
高壓管接手	73
高壓空氣膨脹時の仕事量	32

工

演習用頭部	14
-------	----

テ・デ

T形導子	17
轉輪回轉速度の減衰	90
點火裝置	41
電氣發火式藥包使用の懸吊器	119

サ

サウラー社試製魚雷用發動機	59
匙型發射管	106

キ・キ

魚雷發射裝置	105
魚雷防禦網	13
魚雷の配置	8
魚雷の歴史	1
魚雷懸吊裝置	118
魚雷航走能力の算式	34
魚雷進行状態自動記録	81
魚雷性能向上の経過	7
魚雷推進軸馬力の算式	30
氣室	14
氣室内容積	15
氣室内空氣の利用率	57

メ

メタセンタの高さ	103
----------	-----

シ・ジ

自動方向調整裝置	5
自動操縱裝置	74
衝突頭部	14
小調和器	71
正味熱効率	48
照準裝置	121
消費空氣重量	45
Jet Reaction	45
實用頭部	14
斜螺釘による分解結合部の締付	21

ジャイロスコープ	84
車室	23
斜進機	93
止轉法	64
磁氣發火裝置	14
シュワルツ コップフ魚雷	3
主調和器	67
縱舵機	5
縱舵機の調整	94
縱舵機の要目	94
縱舵機の原理	83
縱舵機の構造	85
縱舵機サーボ・モートル	100
縱舵機表性圖	97
自由浮潜角度	78
深感度	78
深度機	74
深度機調整臺	78

ヒ・ビ

表性圖	97
鰭の大きさ	25
飛行機魚雷	113
飛行機魚雷安定裝置	117
尾框	22
祕密室	2

セ・ゼ

旋回發射管	107
前部浮室	18

ス

水中發射管	109
-------	-----

HP『海軍砲術学校』公開史料

4

索

引

水中導子.....	18
水上發射管.....	106
推進器.....	27
ヌタール タービン.....	53



昭和 17 年 12 月 10 日 初 版 印 刷
昭和 17 年 12 月 15 日 初 版 發 行 (3,000部)
昭和 18 年 7 月 15 日 再 版 印 刷
昭和 18 年 7 月 20 日 再 版 發 行 (3,000部)
(出版會承認、10704 號)



所
有

魚 雷

● 定 價 ￥ 3.50

特別行爲稅相當額 ￥ .18

合 計 賣 價 ￥ 3.68

著 作 者 大 井 上 博

發 行 者 來 島 捨 六
東京市神田區神保町二丁目十番地

印 刷 者 小 笠 原 秀 雄
東京市神田區錦町三丁目廿六番地

印 刷 所 秀 好 堂 印 刷 所
東京市神田區錦町三丁目廿六番地
(印文協東東 3383 番)

發 行 所 山 海 堂 出 版 部

東京市神田區神保町二丁目十番地
電 話 九 段 1 3 1 0・0 7 7 3 番
振 替 東 京 2 1 6 9 1 番
會 員 番 號 1 1 1 0 1 6 番

配 給 元 日本出版配給株式會社